Boy
peba

I: dos frades

Bahia de
todolos sã
tos

TERRAS
DE DO
ALVA
RODA
COS
TA

Baía de Todos os Santos

Vanessa Hatje
Jailson B. de Andrade
Organizadores

Baía de Todos os Santos

Aspectos Oceanográficos

Salvador | 2009 | EDUFBA

Direitos para esta edição cedidos à Edufba.
Feito o Depósito Legal.

Capa e Projeto Gráfico
Gabriela Nascimento

Foto da Capa
Pedro Milet Meirelles

Artefinalização de Imagens e Gráficos
Gabriela Nascimento
Rodrigo Oyarzabal Schlabitz

Revisão e Normalização
Maria Aparecida Viviani Ferraz

Sistema de Bibliotecas - UFBA

Baía de Todos os Santos : aspectos oceanográficos / Vanessa Hatje, Jailson
B. de Andrade, organizadores. - Salvador : EDUFBA, 2009.
306 p. : il.

ISBN 978-85-232-0597-3

1. Oceanografia - Todos os Santos, Baía de (BA). 2. Geologia física - Todos os Santos, Baía de (BA). 3. Oceanografia química - Todos os Santos, Baía de (BA). 4. Biologia marinha - Todos os Santos, Baía de (BA). 5. Ecologia aquática - Todos os Santos, Baía de (BA). 6. Pescaria marinha - Todos os Santos, Baía de (BA). I. Hatje, Vanessa. II. Andrade, Jailson B. de.

CDD - 551.46098142

Editora afiliada à

Editora da UFBA
Rua Barão de Jeremoabo
s/n - Campus de Ondina
40170-115 - Salvador - Bahia
Tel.: +55 71 3283-6164
Fax: +55 71 3283-6160
www.edufba.ufba.br
edufba@ufba.br

Para KIRIMURÊ grande mar Tupinambá
e baía de inspiração para artistas,
poetas e cientistas...

A presente obra foi viabilizada pelo financiamento do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), a quem agradecemos através de Elizabete Maria Souto Wagner (Diretora Geral - IMA), Sidrônio Bastos (IMA), Erica Campos (IMA), Dora Leal Rosa (Diretora Geral - FAPESB) e Robert Verhine (Diretor Científico - FAPESB).

Agradecemos carinhosamente a ajuda de Lys Vinhaes (FAPESB), a qual foi decisiva para a elaboração deste livro. A sua atuação junto à FAPESB e ao IMA e a sua interlocução continuada com os editores e autores foi de fundamental importância para a garantia da qualidade e cumprimento dos prazos em que trabalhamos.

Os Editores agradecem especialmente a José Ricardo Fonseca de Araújo (RLAM), pela disponibilizarão de dados gerados em monitoramentos ambientais; a Gisele Olímpio da Rocha (UFBA), Gislaine Vieira Santos (UFBA), Vera Sales (Fundação Pedro Calmon), Daniel Tourinho Peres (UFBA) e Francisco Barros (UFBA) pela valiosa colaboração durante as várias etapas de elaboração da obra e ao CNPq pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa.

Por fim, mas não de menor importância, agradecemos a todos os autores cujas pesquisas são citadas nesta obra, pois sem o trabalho valioso destes professores, técnicos e estudantes este livro não existiria.

Prefácio

O desenvolvimento do Estado da Bahia está intimamente relacionado à interação homem x meio ambiente. Na região que abriga a Baía de Todos os Santos (BTS), esta relação pode ser acompanhada desde o início da formação da Nação e do Estado brasileiros. A Baía, então chamada Kirimurê pelos índios que a habitavam, ofereceu a proteção que os primeiros colonizadores precisavam para se estabelecer; por sua riqueza, garantiu-lhes o sustento; por sua capilaridade, contribuiu para o acesso aos domínios distantes do litoral e, em um momento posterior, para o escoamento da produção. Essa centralidade da BTS tem perpassado os séculos e a fez testemunha de ciclos econômicos e culturais que deságuam na atualidade; a fez também sofrer o impacto – nem sempre positivo – desses ciclos.

É nesse contexto que o Governo do Estado da Bahia, por meio do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), tem dado foco para o monitoramento, a avaliação e as pesquisas – multidisciplinares e articuladas – da e sobre a BTS. Ao longo do tempo, a Baía tem sido objeto de investigações. No entanto, os dados estão dispersos e são, em sua maioria, restritos à academia ou às agências que fomentaram as pesquisas que os originaram. A presente publicação visa suprir essa lacuna. O livro *Baía de Todos os Santos* foi pensado em dois volumes: o Ambiente Físico, relacionado a oceanografia da Baía, e o Ambiente Humano. Para a organização do volume Ambiente Físico, IMA e FAPESB convidaram dois pesquisadores renomados, Vanessa Hatje e Jailson Bittencourt de Andrade, vinculados à Universidade Federal da Bahia. Coube aos dois identificar e envolver os demais autores que, a partir de seus estudos e de uma busca sistemática dos dados existentes, puderam elaborar os capítulos que ora são apresentados. No conjunto, esses capítulos formam o panorama atual da oceanografia da BTS.

Com a publicação da *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*, IMA e FAPESB buscam democratizar o acesso às informações sobre a BTS, estimulando seu uso na formulação de novas políticas e de novas investigações na busca por uma gestão sustentável da Baía e pela otimização das decisões que resultem na melhoria da qualidade de vida da população no seu entorno.

Salvador, 27 de agosto de 2009.

Dora Leal Rosa
Diretora Geral
Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia

Elizabeth Maria Souto Wagner
Diretora Geral
Instituto do Meio Ambiente

Sumário

I

TERRAS
DE DO
ALVA
RODA
COSTA
Bahia de
todolos sã
tos
Cidade do
Salua
dor
I. dos frades
Ilha de
Mare
I. do medo

TERRAS DE DO ALVA RODA COSTA

Bahia de todolos sãtos

I: dos frades

Boy peba

P: des

Introdução

Vanessa Hatje
Jailson Bittencourt de Andrade

A Baía de Todos os Santos, conhecida como BTS (**Figura 1**), é uma grande baía localizada nas bordas da terceira maior cidade brasileira, Salvador, capital da Bahia. Centrada entre a latitude de 12°50′ S e a longitude de 38°38′ W, a BTS apresenta uma área de 1.233 km^2, sendo a segunda maior baía do Brasil, atrás apenas da baía de São Marcos, no Maranhão. No entorno da BTS há hoje um contingente populacional superior a três milhões de habitantes. Dentre as baías da costa leste brasileira, é a única que apresenta dez terminais portuários de grande porte, um canal de entrada naturalmente navegável e canais internos profundos, o que, desde sempre, a têm tornado um elemento facilitador do desenvolvimento da região. Sua riqueza natural, com expressiva extensão de recifes de corais, estuários e manguezais e sua forte relação com a história do Brasil fazem da BTS um pólo turístico por excelência.

Muito se tem pesquisado sobre a BTS, mas as informações decorrentes desses estudos, em boa parte, estão dispersas e pouco acessíveis, o que torna difícil uma visão geral sobre ela. Proporcionar tal visão, com foco nos aspectos oceanográficos, é o objetivo geral deste livro. A Introdução se incumbe de apresentar a BTS ao leitor, situando-a histórica e economicamente a princípio para, em seguida, fazer uma descrição de seus aspectos físicos mais gerais.

Entre 1501, quando os portugueses cruzaram pela primeira vez a entrada da BTS, e 1590, quando o primeiro complexo urbano na borda da baía, a Cidade do Salvador, estava em pleno funcionamento, houve uma profunda mudança no entorno da BTS. Neste período a índia Kirimurê, grande mar interior dos Tupinambá, foi transformada e batizada na portuguesa Baía de Todos os Santos (Araújo, 2000). Naquela época, a região do Recôncavo baiano, que abraça toda a área da BTS e compreende vários rios e enseadas de portes variados, era coberta por densas florestas e bosques de manguezais. A partir de 1550, entretanto, a implantação da cultura da cana-de-açúcar, primeira monocultura de exportação do Brasil, e a sucessiva instalação de engenhos, unidade agroindustrial mais complexa à sua época, promoveram a acelerada destruição das matas primárias. Estas matas foram utilizadas como combustível vegetal e alimentaram todo setor de construção e reparação de embarcações (Araújo, 2000). No final do século XVI havia mais de 40 engenhos instalados na região ocupada entre São Francisco do Conde, Santiago de Iguape e Santo Amaro, constituindo um território reservado exclusivamente à cultura da cana (Oliveira, 1997). As lavouras de subsistência, especialmente a exploração da mandioca, desenvolveram-se ao sul desta região, enquanto as plantações de fumo concentraram-se a oeste (Freitas e Assis, 2009). O transporte aquático nesta época foi fundamental para a exportação do açúcar, de produtos do sertão e do intenso tráfico de escravos. Mais de 1400 embarcações estavam em serviço no interior da BTS, que se tornou parada estratégica das embarcações portuguesas a caminho da Índia (Araújo, 2000).

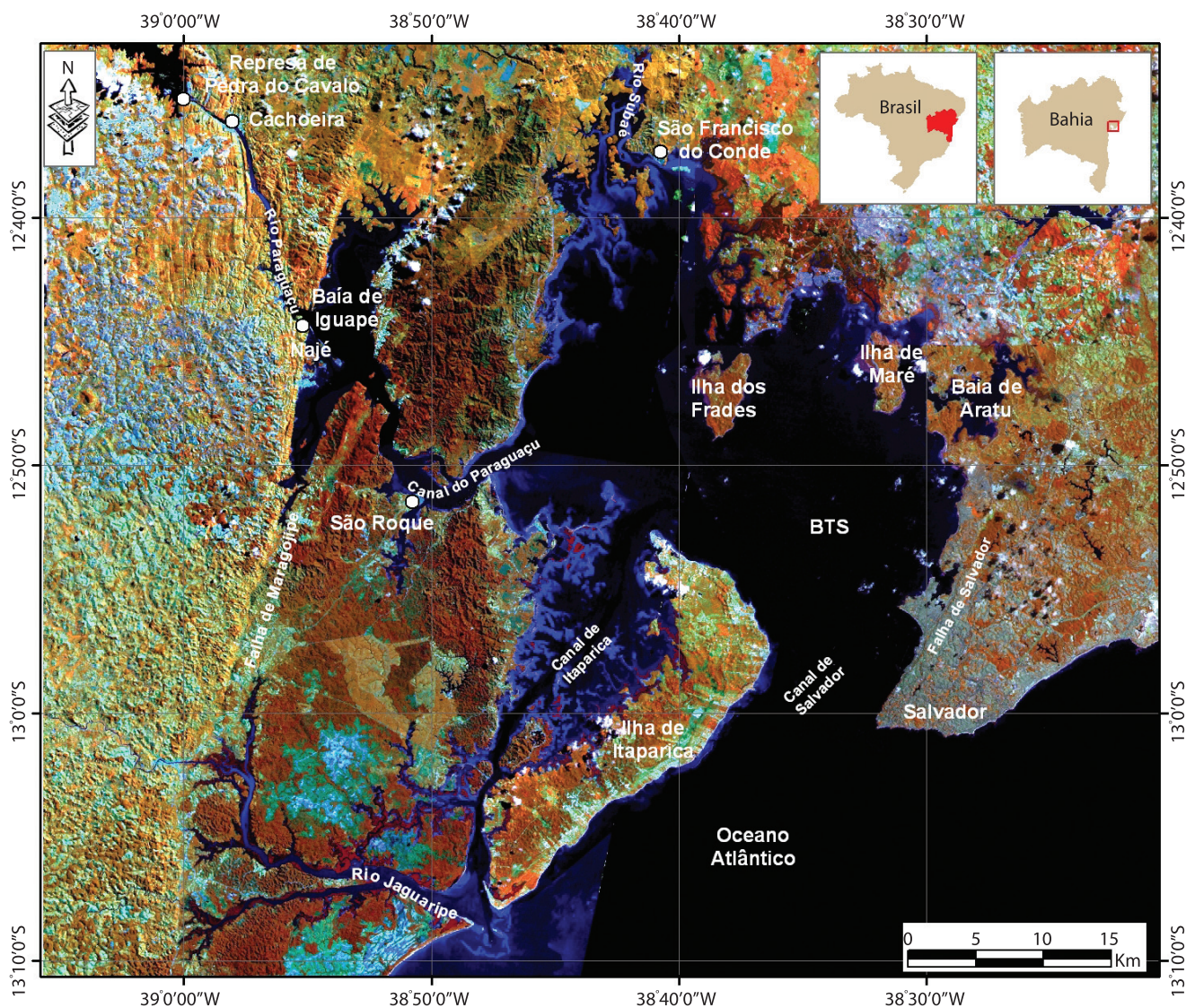



Figura 1.
Baía de Todos os Santos, BA, Brasil (Cirano e Lessa, 2007).

Em meados do século XIX, por motivos diversos dentre os quais a ausência de estradas para escoamento da produção, o fim do tráfico africano e a abolição da escravatura, houve novamente uma grande mudança no cenário do Recôncavo. Surgia então um ambiente bem mais diversificado, que incluiu a produção de fumo, de produtos alimentícios, usinas de açúcar e coleta de peixes e mariscos para o abastecimento local.

Outra mudança expressiva no panorama do Recôncavo baiano deu-se em 1950, quando a Petrobras inaugurou a pequena refinaria Landulpho Alves (RLAM) no município de Mataripe. Entre os anos 50 e 80 o Recôncavo foi o único produtor de petróleo no país (Oliveira, 2003). A descoberta e a exploração do petróleo

transformaram definitivamente a identidade da região e impuseram uma nova organização econômica e social, que terminou por conduzir o Governo da Bahia, nas décadas de 60 e 70, à opção pelo desenvolvimento petroquímico como modelo de crescimento econômico do Estado. Posteriormente, a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e uma série de incentivos fiscais permitiram o desenvolvimento e a expansão industrial, com a consolidação do complexo petroquímico e do Centro Industrial de Aratu. Como resultado de todo este processo, hoje o entorno da BTS compreende uma extensa zona industrial que inclui o maior pólo petroquímico do hemisfério sul. Existem também três emissários submarinos localizados na plataforma continental adjacente, ao norte da desembocadura da baía, sendo dois destinados a efluentes industriais e um destinado ao esgotamento doméstico. Reservas de óleo e gás são exploradas na plataforma interna a menos de 100 km da entrada da baía.

Os focos e estratégias de exploração de recursos não são permanentes. As condições de vida e de trabalho das populações no entorno da BTS têm sido alteradas profundamente em cada um dos ciclos mencionados. Em contrapartida, o ambiente físico da BTS, tão conducente ao desenvolvimento e à exploração do seu entorno e base de trabalho e renda para as populações ribeirinhas excluídas dos ciclos principais, tem sofrido os efeitos da ação antrópica.

Na maior parte de sua extensão, a BTS é rasa, com profundidade média de 6 m e profundidade máxima de 70 m, no paleovale do rio Paraguaçu. A geologia da BTS foi determinada, em grande parte, pela atividade tectônica, quando da separação entre a América do Sul e a África, ocupando uma área delimitada pelas falhas geológicas de Salvador e de Maragojipe. De uma bacia de drenagem total de 60.000 km^2, mais de 90% são drenados por três tributários, os rios Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé, responsáveis por uma descarga média anual de 101 $m\,s^{-1}$, ou 74% da descarga fluvial total (Cirano e Lessa, 2007). O rio Paraguaçu, apesar de barrado pela represa de Pedra do Cavalo, 15 km à montante de sua foz, é o principal tributário da BTS, seguido pelos rios Jaguaripe e Subaé e de pequenos cursos d’água periféricos. A pequena descarga fluvial é refletida nas características essencialmente marinhas encontradas na maior parte da baía. No seu interior, a circulação é predominantemente forçada pelas marés (2,7 m de altura média de maré), sendo que a descarga fluvial média é inferior a 1% da vazão associada às marés na saída da BTS. A coluna d’água é caracteristicamente bem misturada e condições estuarinas são observadas apenas próximo à saída dos rios, em estuários com ecofisiologia complexa, os quais abrigam uma rica biodiversidade de alto interesse ecológico e extrativista. Esses ambientes podem ser descritos de diversas maneiras e neste livro serão tratados como ambientes bentônicos e pelágicos. O ambiente pelágico refere-se à coluna d´água, em interface com a atmosfera e o sedimento de fundo, sendo habitado por plâncton e nécton. O ambiente bentônico

compreende os ambientes de fundo consolidado, como recifes de corais, bem como os sedimentos inconsolidados no infra e mesolitoral, e a fauna associada a estes.

Esta Introdução apresentou, brevemente, a Baía de Todos os Santos. Os próximos capítulos têm os objetivos de sumarizar e examinar, de maneira compreensiva, os dados de oceanografia química, geológica, física e biológica que foram gerados sobre a BTS. Assim, este livro está dividido nas seguintes partes: Geologia (Capítulo II); Oceanografia Física (Capítulo III); Ambiente Pelágico (Capítulo IV); Pesca e Produção Pesqueira (Capítulo V); Ambiente Bentônico (Capítulo VI); e Contaminação Química (Capítulo VII).

No Capítulo II, o leitor encontrará uma descrição de como e quando a BTS foi formada e um panorama histórico que compreende desde o início de sua formação até seu estágio atual. Este capítulo é crítico, uma vez que define as condições geológicas a partir das quais os ambientes contemporâneos se estabeleceram. O Capítulo III examina as propriedades físicas da água, bem como as forçantes da circulação e as condições meteorológicas da região. Neste capítulo a ênfase é dada em áreas particularmente mais susceptíveis à impactação antrópica, como a região da Baía de Aratu e do rio Paraguaçu. No Capítulo IV, são apresentados os dados físico-químicos que caracterizam a BTS, especialmente na região norte da baía, onde foi realizada uma série de estudos de avaliação da qualidade ambiental. Este capítulo aborda também os dados sobre plâncton (fito e zoo) e peixes disponíveis na região. As principais características das comunidades pesqueiras, especialmente da porção norte da baía, são discutidas no Capítulo V. Neste é apresentado um sumário das atividades de pesca, incluindo os petrechos utilizados, as principais espécies e uma estimativa da produção pesqueira. O Capítulo VI discute o ambiente bentônico da BTS e concentra a discussão em torno de dois ambientes extremamente ricos do ponto de vista ecológico e altamente sensíveis aos impactos antrópicos, os estuários e os recifes de corais. Finalmente, o Capítulo VII apresenta uma revisão dos principais estudos sobre a contaminação por metais traço e por hidrocarbonetos realizados na BTS, e fornece subsídios para o leitor avaliar a situação de impactação da baía comparativamente a outros sistemas costeiros.

Com esta estruturação, este livro pretende suprir uma demanda antiga dos órgãos governamentais e da comunidade científica: encontrar, em uma única publicação, dados sistematizados e menção aos principais trabalhos desenvolvidos sobre a BTS, bem como uma interpretação sobre sua atual situação. Dessa maneira, espera-se que esta publicação contribua para o desenvolvimento de novas pesquisas, para o enriquecimento de projetos em andamento e para a formulação de políticas públicas que tenham, como finalidade, a promoção da qualidade de vida das populações no entorno da baía, em sintonia com a preservação da diversidade dos ecossistemas da BTS.

Referências

Araújo, U. C. (2000) A Baía de Todos os Santos: um sistema geo-histórico resistente. **Bahia Análise & Dados**, v. 9, p. 10-23.

Cirano, M.; Lessa, G. C. (2007) Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos. Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, p. 363-387.

Oliveira, W.F. (1997) Evolução Sócio-Econômica do Recôncavo Baiano. In: Germen/ UFBA-NIMA. **Baía de Todos os Santos – Diagnóstico Sócio-Ambiental e Subsídios para a Gestão**. Parte I. Cap. 3, p. 43-56.

Oliveira, F. (2003) **O elo perdido. Classe e identidade de classe na Bahia**. Editora Fundação Perseu Abramo, São Paulo. 115p.

Freitas, A. F. G.; Assis, A. (2009) **Canô Velloso. Lembranças do saber viver**. EDUFBA, Salvador. 179p.

II

TERRAS
DE DO
ALVA
RO DA
COSTA
Bahia de
todolos sã
tos
I. dos frades
Ilha de
Mare
Cidade do
Saluador
I. do medo
Barra de
paraoaçu

TERRAS DE DO ALVA RODA COSTA

Bahia de todolos sãtos

I: dos frades

Boypeba

Geologia

José Maria Landim Dominguez
Abílio Carlos da Silva Pinto Bittencourt

Introdução

A Baía de Todos os Santos está implantada sobre as rochas sedimentares que preenchem a bacia sedimentar do Recôncavo (**Figuras 1** e **2**). A bacia do Recôncavo é em realidade uma sub-bacia que ocupa a extremidade sul de um conjunto de bacias denominado Recôncavo-Tucano-Jatobá (**Figura1**). Uma bacia sedimentar é uma região da litosfera terrestre que experimenta, durante um determinado intervalo de tempo, um movimento descendente, denominado subsidência. Este processo dá origem a uma região topograficamente mais baixa que termina por capturar a drenagem continental, sendo, pouco a pouco, preenchida de sedimentos que, com o passar do tempo, experimentam processos de cimentação, dando origem então a rochas sedimentares. A subsidência não continua indefinidamente, de modo que, eventualmente, a bacia sedimentar pode experimentar um processo denominado inversão, que resulta em soerguimento, com formação de um relevo positivo. A bacia sedimentar, em que predominava acumulação de sedimentos, passa então a experimentar erosão, como ocorreu com a sub-bacia do Recôncavo. Sobre estes remanescentes erodidos, desenvolveu-se em um tempo geológico muito mais recente a Baía de Todos os Santos.

Este capítulo objetiva apresentar esta história geológica da Baía de Todos os Santos, desde o início da formação da sub-bacia do Recôncavo, no Cretáceo inferior, há 145 milhões de anos atrás, passando pelo desenvolvimento inicial da Baía de Todos os Santos até os dias atuais. Espera-se que esta história geológica possa transmitir ao leitor uma ideia dos eventos a que esteve sujeita a região, cuja sucessão permitirá compreender como se formou a paisagem atual da Baía de Todos os Santos, não apenas em sua porção emersa como também na submersa.

A Bacia do Recôncavo

Como visto, a sub-bacia sedimentar do Recôncavo faz parte de um conjunto de bacias com orientação geral norte-sul, formadas quando da separação entre a América do Sul e a África, processo que se iniciou por volta de 145 milhões de anos atrás, no Cretáceo inferior (Silva *et al.*, 2007).

A sub-bacia do Recôncavo é separada da sub-bacia do Tucano, situada mais ao norte, pelo Alto de Aporá, uma região que experimentou menos subsidência durante a evolução destas bacias (**Figura 1**). O limite sul da sub-bacia do Recôncavo com a bacia de Camamu é representado pela falha da Barra (**Figuras 2a**). A leste, a sub-bacia do Recôncavo é limitada pela falha/alto de Salvador-Jacuípe, que a separa da bacia do Jacuípe (**Figuras 3a**). A oeste, o limite da sub-bacia do Recôncavo é a falha de Maragogipe (**Figuras 2b** e **3b**). A bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá é

Figura 1. (Página seguinte)
Bacia Sedimentar do Recôncavo-Tucano-Jatobá (modificado de Magnavita et al., 2005).

SUB-BACIA DE JATOBÁ
UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS
Cenozóico
Pós-Rifte
Sin-Rifte
Pré-Rifte
Paleozóico
SUB-BACIA DO TUCANO
ARACAJU
ALTO DE APORÁ
SUB-BACIA DO RECÔNCAVO
OCEANO ATLÂNTICO
BAÍA DE TODOS OS SANTOS
0
50000
100000
metros

MANGUEZAL
SALVADOR
RECIFES DE CORAL
FÁCIES DE AREIAS BIODETRÍTICAS
FÁCIES DE LAMA
FÁCIES MISTA
FÁCIES DE AREIA QUARTZOSA
QUATERNÁRIO
FORMAÇÃO BARREIRAS
FORMAÇÃO MARIZAL
GRUPO SÃO SEBASTIÃO
GRUPO ILHAS
GRUPO SANTO AMARO
GRUPO BROTAS
EMBASAMENTO CRISTALINO
Baía de Iguape
Ilha do Frade
Ilha de Maré
Baía de Aratu
FALHA DE MARAGOGIPE
FALHA DE SALVADOR
ALTO DE SALVADOR/JACUÍPE
BACIA DO JACUÍPE
FALHA DA BARRA
Ilha de Itaparica
OCEANO ATLÂNTICO
BACIA DE CAMAMU
0 5000 10000
metros

Figura 2a.
Geologia do entorno (modificada de Magnavita et al., 2005) e do fundo da Baía de Todos os Santos (modificada de Bittencourt et al., 1976 e Cruz, 2008).

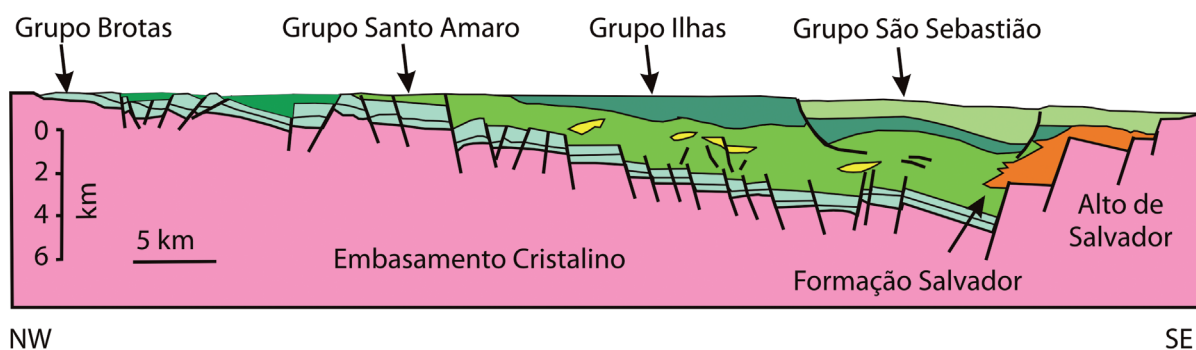



Figura 2b.
Seção geológica transversal à sub-bacia do Recôncavo mostrando o empilhamento das unidades estratigráficas (modificado de Magnavita et al., 2005).

classificada como uma bacia do tipo rifte, que se forma no início da fragmentação/separação dos continentes. Se esta fragmentação for bem-sucedida e culminar na efetiva separação de dois continentes, uma crosta oceânica se formará, e por ser mais densa, ocupará uma região topograficamente mais baixa que, eventualmente, poderá ser invadida pelo mar, formando inicialmente um golfo estreito. Este golfo progressivamente se alarga, à medida que os continentes se separam, evoluindo desta forma para um oceano pleno e dando origem a uma bacia de margem passiva. No caso particular da bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá, sua evolução não chegou a este estágio, já que se constitui no braço abortado de uma junção tríplice,

Figura 3a.
Falha de Salvador – limite leste da bacia sedimentar do Recôncavo e da Baía de Todos os Santos.

normalmente formada durante a fragmentação dos continentes (Mohriak, 2003). De outro lado, as bacias de Camamu e de Jacuípe tiveram uma evolução normal, chegando até o estágio de oceano franco. Deste modo, a sub-bacia sedimentar do Recôncavo, durante esta sua evolução inicial no Cretáceo inferior, nunca foi invadida pelo mar. Pelo contrário, após a subsidência inicial, a bacia sofreu um soerguimento da ordem de até 1.750 m (Daniel *et al.*, 1989; Davison, 1987; Magnavita *et al.*, 1994), ou seja, desde o final do Aptiano, há aproximadamente 115 milhões de anos atrás, a região esteve submetida quase que continuadamente à erosão.

Figura 3b.
Falha de Maragogipe – limite oeste da bacia sedimentar do Recôncavo e da Baía de Todos os Santos.

História de Preenchimento da Bacia do Recôncavo

A história de preenchimento da bacia do Recôncavo pode ser dividida em três fases, denominadas pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte (Magnavita *et al.*, 2005) (**Figura 1**).

A fase pré-rifte corresponde àqueles sedimentos depositados nos estágios iniciais da movimentação da litosfera que antecederam à implantação do rifte propriamente dito. Nesta fase, que data do final do Jurássico, há 150-145 milhões de anos atrás, os sedimentos se acumularam em lagos rasos em um clima desértico onde adentravam pequenos rios e, com o vento soprando, originavam campos de dunas (**Figura 4a**). A principal unidade sedimentar deste período corresponde ao Grupo Brotas, constituído de arenitos com grandes estratificações cruzadas e folhelhos de cor avermelhada que, nos dias atuais, afloram na porção oeste da Baía de Todos os Santos, e que podem ser bem visualizados nas belas falésias presentes ao longo do canal do rio Paraguaçu, entre a Baía de Iguape e a localidade de Barra do Paraguaçu (**Figura 5a**). Estes corpos de arenito constituem em subsuperfície os maiores e mais importantes reservatórios de hidrocarbonetos da bacia do Recôncavo (Scherer *et al.*, 2007). Nesta época, a paisagem da região foi reminiscente, em alguns momentos, daquela que ocorre hoje nos desertos da Namíbia (**Figura 4b**).

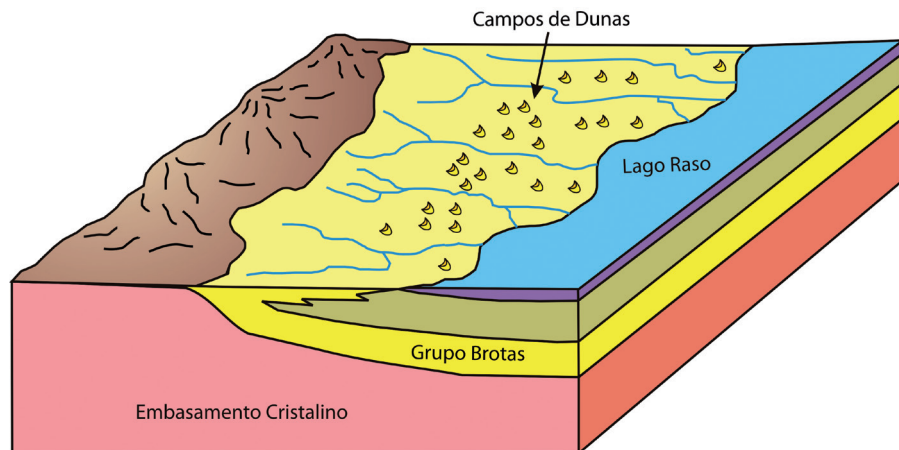
Figura 4a.
Paleogeografia da Bacia do Recôncavo durante a fase pré-rifte (modificado de Medeiros e Ponte, 1981).

A fase rifte é marcada pelo aparecimento brusco de sedimentos lacustres esverdeados do Grupo Santo Amaro (Formação Itaparica), por volta de 145 milhões de anos atrás, sobre os sedimentos do Grupo Brotas. Em seção, este rifte apresentava uma geometria assimétrica (meio-graben) com a maior subsidência ocorrendo junto à falha de Salvador (falha de borda principal do meio-graben), onde se acumularam cerca de até 8 km de espessura de sedimentos (**Figura 2b**). Na margem oeste, denominada de flexural, praticamente não houve subsidência

Figura 4b.
Imagem de satélite mostrando um trecho do deserto da Namíbia, um equivalente moderno de como teria sido a paisagem da Bacia do Recôncavo na fase pré-rifte.

Figura 5a.
Afloramento de rochas do Grupo Brotas (canal do Paraguaçu).

Figura 5b.
Afloramento de rochas do Grupo Santo Amaro (Saubara).

Figura 5c.
Afloramento de arenitos maciços resultantes de fluxos gravitacionais na ilha do Frade.

(**Figura 2**). Na fase rifte formou-se um lago profundo na região, reminiscente do que ocorre nos dias atuais no sistema de riftes do leste africano, onde um processo de rifteamento semelhante é ativo (**Figuras 6a** e **6b**). Neste lago, com algumas centenas de metros de profundidade e com fundo anóxico, acumularam-se lamas ricas em matéria orgânica da Formação Candeias do Grupo Santo Amaro, que hoje afloram solidificadas na porção noroeste da Baía de Todos os Santos, como, por exemplo, na localidade de Saubara (**Figura 5b**). Neste lago profundo adentraram, posteriormente, rios que construíram deltas e, aportando sedimentos finos, ajudaram a preencher o lago (Grupo Ilhas). De tempos em tempos, abalos sísmicos desestabilizavam as frentes deltaicas, deformando os sedimentos e originando fluxos gravitacionais que, nas partes mais distais, constituíram correntes de turbidez, transportando sedimentos para as partes mais profundas do lago (Magnavita *et al.*, 2005; Cupertino e Bueno, 2005). Estas rochas incluem os arenitos maciços e rochas estratificadas que afloram nas principais ilhas e no entorno da Baía de Todos os Santos (Frade, Maré, Itaparica e Base Naval de Aratu) (**Figuras 5c**, **5d**, **7a** e **7b**). Na borda leste da bacia, junto à falha de Salvador, devido ao elevado relevo alcançado por esta falha de borda, acumularam-se cunhas de conglomerados (Formação

Figura 5d.
Afloramento de arenitos maciços resultantes de fluxos gravitacionais na ilha de Maré.

Salvador) que adentravam o lago tectônico, e que hoje afloram na localidade de Monte Serrat (**Figuras 7c** e **7d**).

Com o passar do tempo e com a diminuição da subsidência, este lago foi progressivamente assoreado por sedimentos fluviais da Formação São Sebastião, por volta de 125 milhões de anos atrás (**Figura 2**). Esta formação praticamente não aflora no entorno da baía. Após esta data, a sub-bacia do Recôncavo experimentou soerguimento durante um intervalo de tempo de aproximadamente 10 milhões de anos, quando então ocorreu a deposição da Formação Marizal, constituída de conglomerados que se acumularam na fase denominada pós-rifte (Magnavita *et al.*, 1994; 2005). Estes sedimentos foram depositados sobre uma superfície erosiva ondulada que se desenvolveu sobre os sedimentos da fase sin-rifte (Magnavita *et al.*, 1994). Transcorreu então um intervalo de tempo de aproximadamente 90-100 milhões de anos, quando predominaram processos erosivos.

Na sub-bacia de Jatobá, depósitos albo-aptianos (há 115-110 milhões de anos atrás), constituídos de folhelhos esverdeados e calcários escuros, recobrem a Formação Marizal. Estes sedimentos, de origem marinha, encontram-se em altitudes em torno de 800 m e seriam correlativos da Formação Santana, da bacia

Figura 6a.
Paleogeografia da Bacia do Recôncavo durante a fase rifte (modificado de Medeiros e Ponte, 1981).

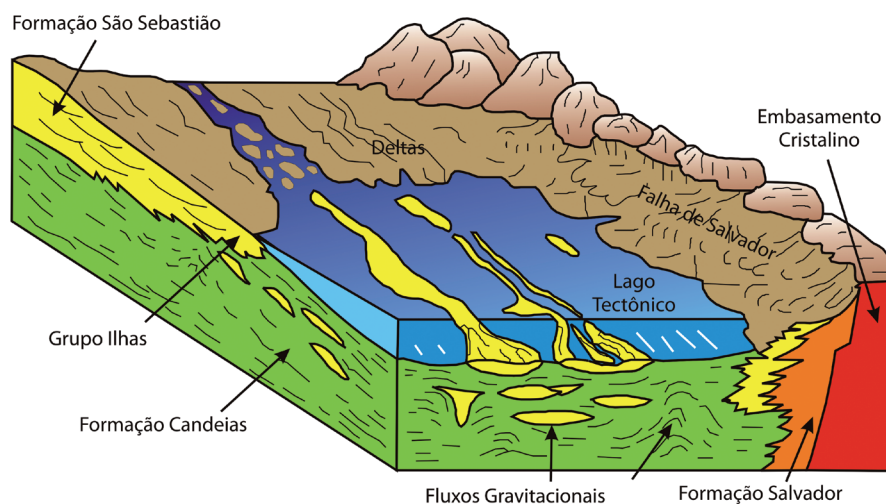



Figura 6b.
Imagem de satélite mostrando um trecho do sistema de riftes do leste africano (lago Tanganyika), um equivalente moderno de como teria sido a paisagem da Bacia do Recôncavo durante a fase rifte.

Figuras 7a e 7b.
*Afloramentos de rochas estratificadas associadas a correntes de turbidez na (**a**) Ilha de Itaparica e (**b**) próximo à Base Naval de Aratu (abaixo).*

Figuras 7c e 7d.
Afloramentos de rochas da Formação Salvador (Monte Serrat).

do Araripe (Magnavita *et al.*, 1994). Este fato tem várias implicações. Segundo Magnavita *et al.* (1994), ao final do Cretáceo inferior, (i) a bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá encontrava-se próxima ao nível do mar daquela época; (ii) estes sedimentos marinhos teriam sido depositados, provavelmente a partir de uma invasão marinha vinda do norte do país; e (iii) um soerguimento, de pelo menos 600 metros (descontados os 200 m de descida do nível do mar eustático, desde o Cretáceo), seguido de erosão regional, de idade ainda desconhecida, afetou a bacia antes da deposição dos sedimentos mais recentes já no Mioceno.

É interessante notar que existe uma notável variação de altitude entre a sub-bacia do Recôncavo e as sub-bacias de Tucano e Jatobá (**Figura 8**). Sedimentos da fase rifte ocorrem em mesas isoladas, com altitudes de até 1000 m, na sub-bacia de Jatobá. Os sedimentos cretáceos elevam-se na porção norte do sistema de bacias, cerca de 200-400 m acima das rochas adjacentes do embasamento cristalino (**Figura 8**). A topografia da sub-bacia do Recôncavo é mais reduzida, raramente ultrapassando os 200 m de altitude (**Figura 8**). Estas diferenças em altitude são atribuídas, por Magnavita *et al.* (1994), a diferenças na intensidade da precipitação.

Enquanto a sub-bacia de Jatobá é quase um deserto, na sub-bacia do Recôncavo, o clima é mais úmido, o que teria favorecido um rebaixamento topográfico maior.

O Nível de Mar Alto no Mioceno

Após o Cretáceo, o planeta experimentou um progressivo resfriamento que pouco a pouco resultou na acumulação de gelo, primeiro na Antártica, a partir do Oligoceno (Abreu e Anderson, 1998; Zachos *et al.*, 2001; Miller *et al.*, 2005; Müller *et al.*, 2008), e depois no Hemisfério Norte, a partir do Plioceno. Uma consequência desta acumulação de gelo foi o progressivo abaixamento do nível do mar, ao longo do Cenozóico (Haq *et al.*, 1987; Haq *et al.*, 1988; Abreu e Anderson, 1998; Miller *et al.*, 2005; Müller *et al.*, 2008). Esta tendência de progressivo abaixamento foi interrompida no Mioceno (inferior e médio), quando uma elevação da temperatura resultou em degelo e, portanto, em elevação do nível do mar. A altura máxima alcançada pelo nível do mar nesta época ainda não está bem estabelecida, mas se situaria entre 25 e 150 m acima do nível do mar, a depender da metodologia

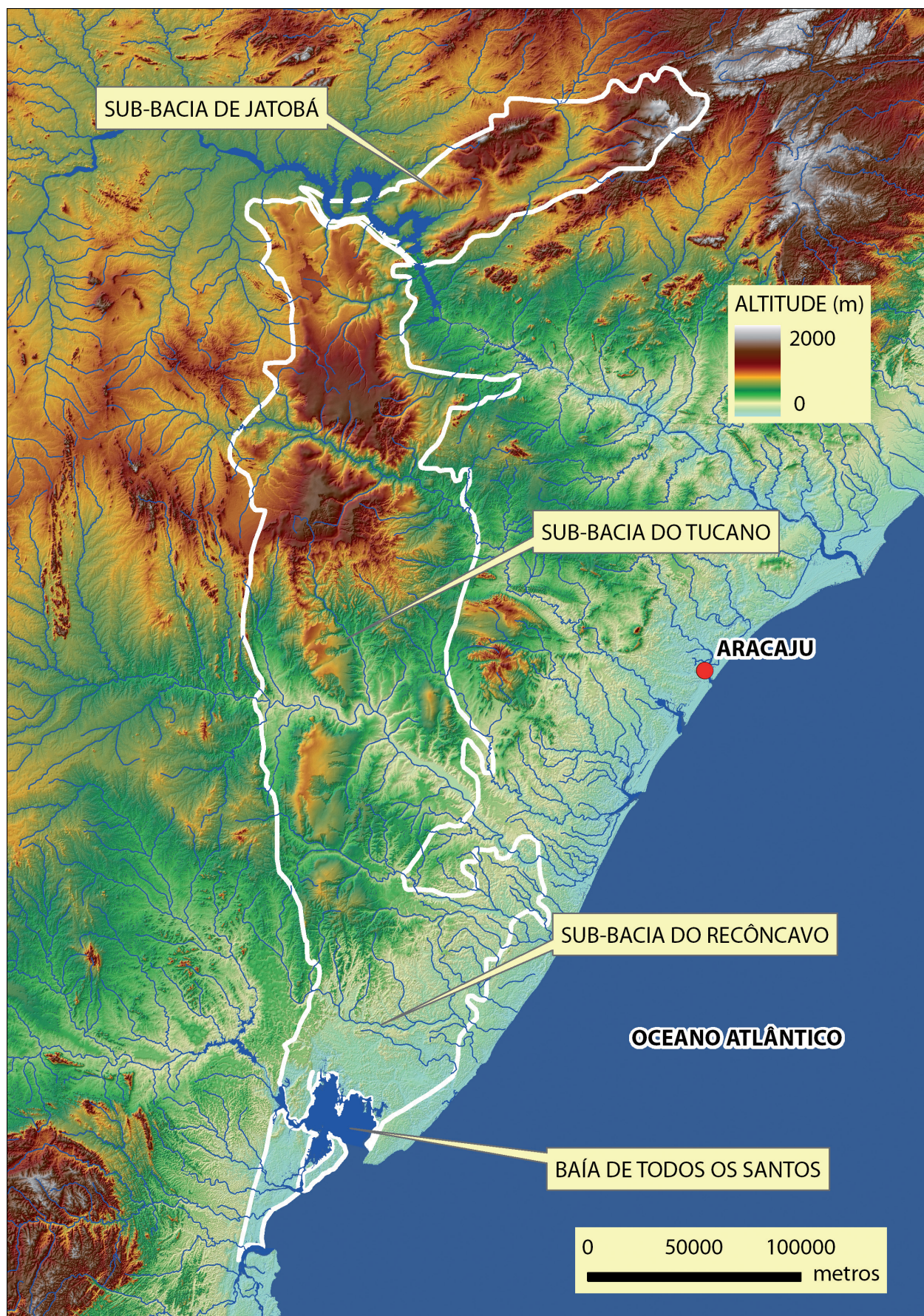
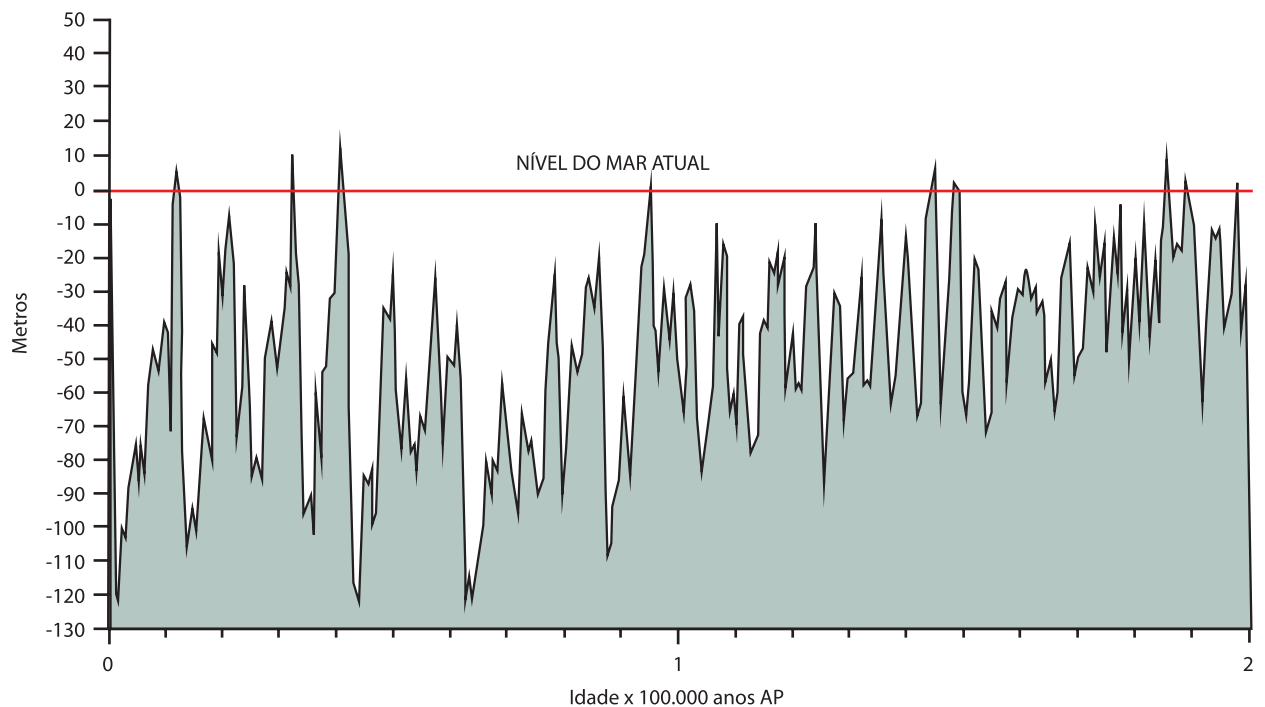
SUB-BACIA DE JATOBÁ
ALTITUDE (m)
2000
0
SUB-BACIA DO TUCANO
ARACAJU
SUB-BACIA DO RECÔNCAVO
OCEANO ATLÂNTICO
BAÍA DE TODOS OS SANTOS
0
50000
100000
metros

utilizada. Trabalhos mais recentes, entretanto, posicionam o nível do mar em torno de 45-55 m acima do nível atual (John *et al.*, 2004). A queda do nível do mar no Mioceno médio/superior é significativa porque está associada ao estabelecimento permanente do lençol de gelo do leste da Antártica (EAIS – *East Antarctic Ice Sheet*) (Zachos *et al.*, 2001). Associado a este episódio de nível de mar alto, houve o depósito de folhelhos marinhos fossilíferos da Formação Sabiá (Petri, 1972), representada por um único afloramento no Município de Mata de São João (BA), e da Formação Barreiras. É importante chamar a atenção para o fato de que, classicamente, a Formação Barreiras é interpretada como sendo de origem continental (fluvial). Entretanto, trabalhos mais recentes (Arai, 2006; Rossetti, 2006; Dominguez e Araújo, 2008; Rossetti e Goes, 2009) têm demonstrado que, inclusive no Estado da Bahia, esta formação é de origem marinha transicional, tendo sido depositada predominantemente em ambientes estuarinos. A Formação Sabiá é crono-correlata da Formação Barreiras, se é que não são a mesma coisa.

Figura 8. (Esquerda)
Relevo da Bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá

Após o nível de mar alto do Mioceno inferior/médio, a retomada da acumulação de gelo na Antártica e o início do desenvolvimento dos grandes lençóis de gelo no Hemisfério Norte, a partir do Plioceno, resultaram no progressivo abaixamento do nível do mar. Já no final do Mioceno, o nível do mar atual havia sido alcançado. Nos últimos dois milhões de anos, durante a maior parte do tempo, o nível do mar esteve abaixo do nível atual (**Figura 9**), desencadeando um intenso processo erosivo que afetou a nossa zona costeira e favoreceu o desenvolvimento da Baía de Todos os Santos.

Figura 9.
Curva do nível eustático do mar para os últimos 2 milhões de anos (modificado de Miller et al., 2005).

A origem da Baía de Todos os Santos

Já há algumas décadas, diversos autores têm postulado que a origem da Baía de Todos os Santos estaria associada a processos tectônicos atuantes durante o Quaternário. Sampaio (1916; 1919; 1920), ao descrever abalos sísmicos que afetaram a Baía de Todos os Santos, em 1915, 1917 e 1919, conclui que estes abalos vêm de longa data modelando geológica e geograficamente a baía. Tricard e Cardoso da Silva (1968) acreditavam que a Baía de Todos os Santos resultou de deformações tectônicas recentes, a ponto de ainda não ter influenciado a organização da rede hidrográfica local. Martin *et al.* (1986) deduziram a existência de movimentos verticais holocênicos, com base na distribuição de depósitos quaternários no interior da Baía de Todos os Santos. Mais recentemente, Carvalho (2000), Lessa *et al.* (2000), Lessa (2005) e Cirano e Lessa (2007) reafirmaram, principalmente com base em evidências apresentadas em trabalhos mais antigos, a crença em movimentos tectônicos recentes como um dos principais fatores a modelarem a baía.

Estes trabalhos, entretanto, desconsideraram o papel fundamental das variações eustáticas do nível do mar, durante o Cenozóico, e seus efeitos no modelado das paisagens costeiras. Este é talvez o principal fator a determinar a origem e o modelado da Baía de Todos os Santos, que teria resultado da erosão diferencial associada a um dramático rebaixamento do nível de base. Tanto é assim que existe uma perfeita correlação entre a altitude do terreno e a resistência das diferentes unidades geológicas à erosão. Adicionalmente, o recente levantamento de campo de algumas centenas de quilômetros de linhas sísmicas de alta resolução[1], recobrindo toda a baía, não mostrou qualquer evidência de movimentações tectônicas afetando os sedimentos quaternários que a preenchem parcialmente.

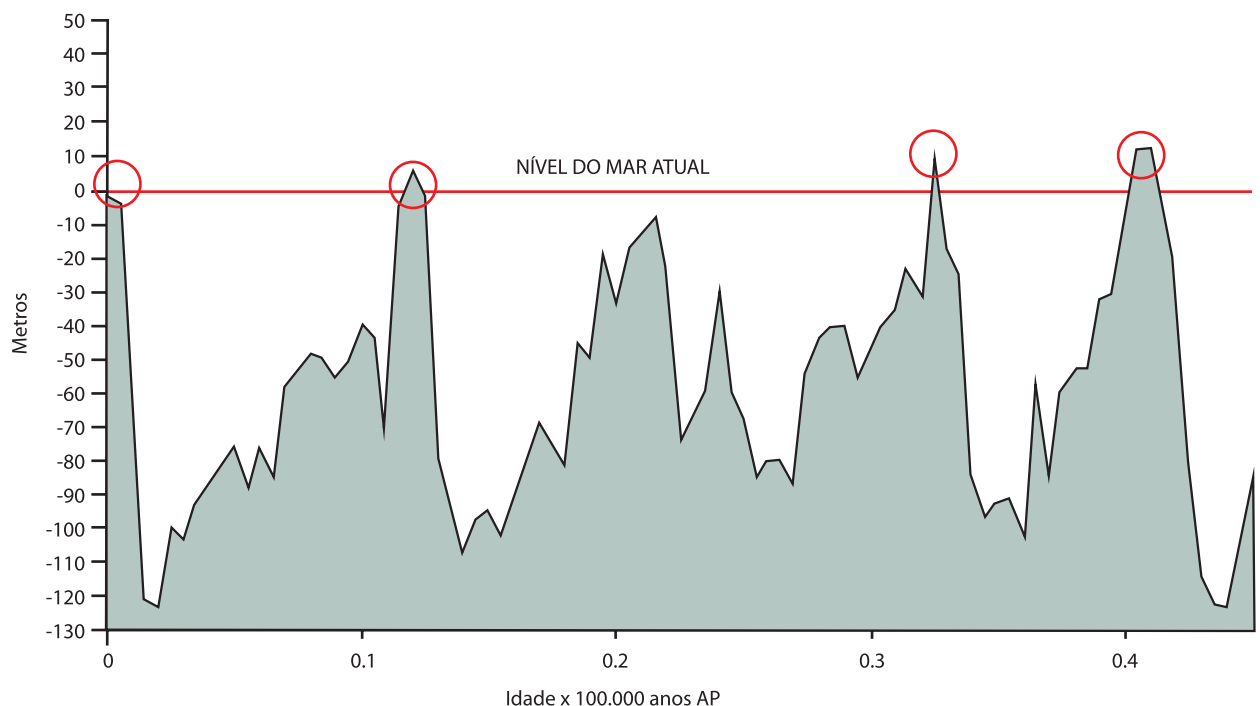
Pela **Figura 9**, que mostra uma curva de variações eustáticas do nível do mar, para os últimos dois milhões de anos, ou seja, o período Quaternário, é possível observar o progressivo abaixamento deste nível, de tal modo que o nível médio do mar, nesta mesma época, situava-se cerca de 30 m abaixo do nível atual (Masselink e Hughes, 2003). Durante os últimos 500 mil anos, com o aumento na amplitude das variações do nível do mar, a posição média deste nível situou-se em torno de -45 m, ou seja, próximo à quebra da plataforma atual (ponto de cachoeira = *knick point*). Este rebaixamento do nível de base desencadeou um processo de erosão e reestruturação da rede de drenagem na zona costeira. A propagação do sinal eustático, via recuo do ponto de cachoeira pelos tributários, resultou na ampliação e geração de novas bacias hidrográficas, ajustadas a um nível de base situado na borda da plataforma (Dominguez, 2007). Tendo em vista que as rochas sedimentares da sub-bacia do Recôncavo, principalmente aquelas

---

[1] Projeto Transfer – Mecanismos de Transferência de Sedimentos da Zona Costeira/Plataforma para o Talude/Bacia, durante os últimos 120 mil anos – estudo de caso – a plataforma continental central do Estado da Bahia. CT-PETRO/CNPq

de granulação mais fina, são menos resistentes à erosão, quando comparadas às rochas do embasamento cristalino, a tendência dos processos erosivos é de rebaixar topograficamente as áreas ocupadas pelas rochas sedimentares que, deste modo, ficam circundadas pelos relevos mais altos, sustentados por litologias mais resistentes do embasamento. Este é o caso da Baía de Todos os Santos.

Durante o Quaternário, nos raros intervalos de nível de mar alto, como o que vivemos atualmente, esta região topograficamente rebaixada foi inundada pelo mar, originando uma baía. Deste modo, a Baía de Todos os Santos é uma feição transitória, presente apenas nos raros intervalos de nível de mar alto, ocorridos nas últimas centenas de milhares de anos (**Figuras 9** e **10**).

Figura 10.
Curva de variações do nível eustático do mar para os últimos 450.000 anos (modificado de Miller et al., 2005). Os círculos vermelhos indicam os episódios em que o nível do mar esteve acima ou próximo ao nível atual.

A Baía de Todos os Santos é assim o resultado de uma longa cadeia de eventos que se inicia com a separação entre a América do Sul e a África e, mais recentemente, incorpora os efeitos do progressivo resfriamento do planeta, durante o Cenozóico, com a acumulação de gelo nas regiões de alta latitude e o consequente abaixamento do nível do mar. Finalmente, durante os últimos 500 mil anos, o aumento na amplitude das variações do nível do mar resultou em repetidos episódios de inundação e esvaziamento da baía, com uma periodicidade de aproximadamente 100 mil anos. O contorno e a fisiografia da Baía de Todos os Santos, com suas ilhas, canais e sub-baías, foi determinado por esta história geológica.

História evolutiva da Baía de Todos os Santos nos últimos 120 mil anos

Apresentaremos uma reconstituição histórica tentativa da possível evolução recente da Baía de Todos os Santos, a partir da integração de dados disponíveis na literatura, batimétricos e outros, recentemente coletados com perfilador de subfundo em vários setores da baía, conforme mencionado anteriormente. Na **Figura 10** observa-se que, por volta de 120 mil anos atrás, o nível do mar situava-se cerca de 6 metros acima do nível atual. Contudo, à exceção da ilha de Itaparica e vizinhanças, não existem registros de nível de mar associados a este evento, preservados no interior da Baía de Todos os Santos. Este é um dos aspectos utilizados, por alguns autores, como evidência de atividade tectônica recente no interior da baía (Martin *et al.*, 1986). O fato é que, a maior parte da linha de costa da baía é caracterizada por terraços de abrasão esculpidos nas rochas sedimentares de granulação fina que caracterizam seu entorno. Raras praias arenosas estão presentes, o que, sem dúvida, reflete uma notável falta de sedimentos para a construção de terraços arenosos, que pudessem constituir testemunhos do nível de mar alto de 120 mil anos atrás. As principais exceções são a linha de costa oceânica da ilha de Itaparica, o canal de Itaparica e algumas praias de bolso, presentes aqui e acolá. Nas margens do canal de Itaparica, entretanto, depósitos estuarinos arenosos, com estruturas sedimentares típicas deste ambiente (e.g. estratificações cruzadas em espinha de peixe, feixes de maré – *tidal bundles*) e traços fósseis de *Ophiomorpha nodosa* estão presentes e testemunham este nível de mar alto (**Figura 11**). Portanto, durante o máximo trangressivo de 120 mil anos atrás, a baía esteve completamente inundada, apresentando uma área ligeiramente maior que a atual, e exibindo um padrão e dinâmica de sedimentação provavelmente muito semelhante ao que se verifica hoje (Cirano e Lessa, 2007). A partir deste máximo transgressivo, o nível do mar desceu progressivamente, durante os 100 mil anos seguintes, expondo subaereamente toda a baía. Nesta época, o rio Subaé e os demais pequenos rios que hoje deságuam na baía, juntamente com as drenagens oriundas do canal da sub-baía de Aratu, do canal de Madre de Deus e do canal de Itaparica, constituíram-se em tributários do rio Paraguaçu, que ocupava o canal de Salvador, muito provavelmente escavado por este rio, acrescentando à sua bacia hidrográfica uma área extra adicional de pelo menos 1.233 km^2, correspondente à área atual da Baía de Todos os Santos. Por volta de 20 mil anos atrás, o nível do mar alcançou um mínimo de 120 m abaixo do nível atual. Este período correspondeu ao avanço máximo dos lençóis de gelo no Hemisfério Norte, e é conhecido como Último Máximo Glacial (LGM – *Last Glacial Maximum*). Na ocasião, a desembocadura do rio Paraguaçu situava-se muito provavelmente em torno desta "profundidade", por analogia ao que foi verificado em outros rios menores da costa da Bahia, a exemplo dos rios Almada e Itapicuru (Dominguez, 2007).

Figuras 11a e 11b.
Testemunhos do nível de mar alto de 120.000 anos atrás nas margens do canal de Itaparica.

A **Figura 12** mostra como teria sido a paleogeografia da baía durante o último máximo glacial. O local exato de saída do rio Paraguaçu no talude superior ainda não é conhecido for falta de detalhamento batimétrico/sonográfico da plataforma em frente à Baía de Todos os Santos. O paleorelevo desta época de exposição subaérea é prontamente identificado em vários setores da baía, como mostram as seções levantadas com perfilador de subfundo (**Figura 13a**).

Após o máximo glacial, o nível do mar começou a subir rapidamente, com taxas médias em torno de 1 m século^{-1}, mas que em alguns momentos chegaram a alcançar 5 m século^{-1}. Por volta de 10 mil anos atrás, com o nível do mar já posicionado cerca de 30 m abaixo do nível atual, partes da baía já estavam inundadas, principalmente ao longo do canal de Salvador.

Por volta de 8 mil anos atrás, o degelo já havia se encerrado, resultando em forte desaceleração das taxas de subida do nível do mar. Data provavelmente desta época o início de uma sedimentação mais expressiva na baía. É interessante chamar a atenção para o fato de que nesta época o volume de água armazenado na baía era significativamente superior ao atual, uma vez que até então pouca sedimentação havia

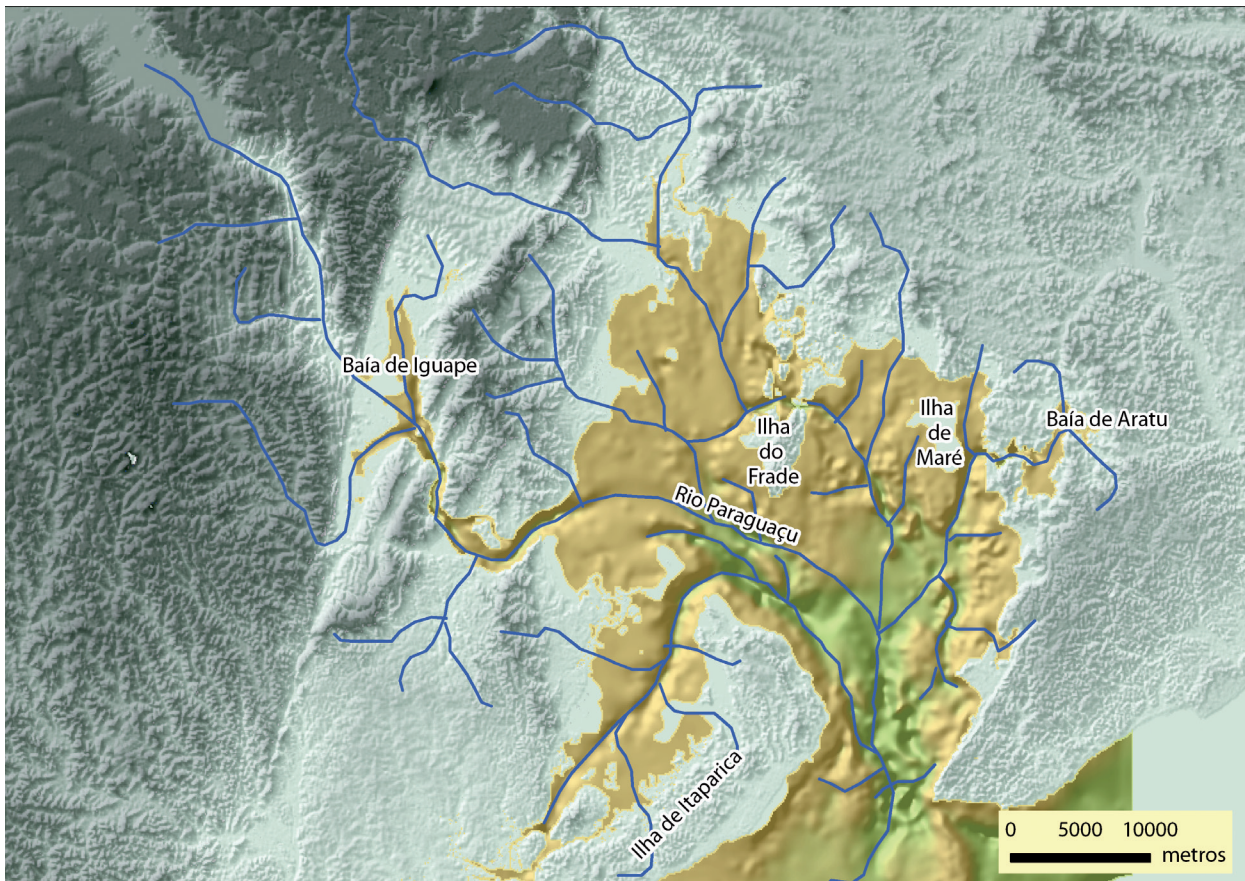
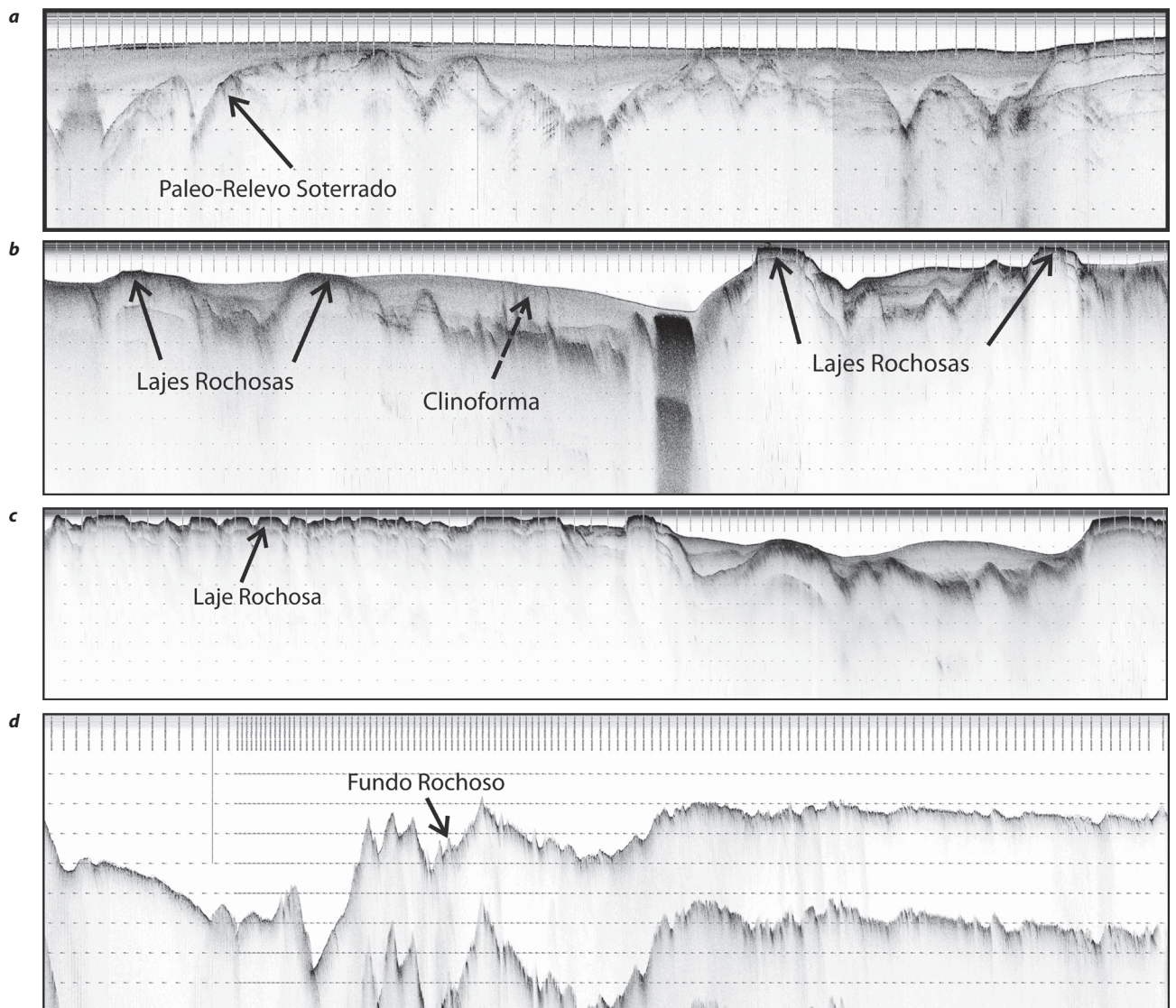
Figura 12.
A Baía de Todos os Santos durante o Último Máximo Glacial.

ocorrido. O Paraguaçu é um rio que transporta muito pouco sedimento, a ponto de até hoje não ter conseguido preencher a Baía de Iguape, onde deságua, tendo construído apenas um pequeno delta de cabeceira de baía (Carvalho, 2000). Levantamentos sísmicos recentemente efetuados mostram que sedimentos lamosos, entre 10 e 25 metros de espessura, foram depositados na metade norte da baía (**Figura 13a**). Estes pacotes de sedimentos finos apresentam uma geometria em clinoforma, portanto progradacional, no sentido da porção central da baía, a partir das suas margens, principalmente na metade nordeste da baía (**Figura 13b**). A sedimentação fina que, por assim dizer, extravasa das margens da baía, soterrou o paleorelevo existente na metade norte da baía, permitindo, localmente, o desenvolvimento de manguezais.

Figura 13.
*Trechos de linhas sísmicas ilustrando diversos aspectos discutidos no texto. (**a**) Paleorrelevo soterrado (seta) pela deposição de sedimentos finos; (**b**) Lajes (setas cheias) parcialmente soterradas por clinoforma (seta tracejada); (**c**) Laje não soterrada (seta); (**d**) Fundo rochoso no canal de Salvador (seta). Em todas as figuras, as linhas tracejadas horizontais apresentam espaçamento equivalente a 10 m. As marcações no topo das figuras estão espaçadas em 50 m.*

Escaparam deste soterramento algumas lajes rochosas (terraços de abrasão) que bordejam as ilhas da baía ou ocorrem em seu interior, testemunhas de ilhas pretéritas que foram completamente arrasadas pela ação de ondas, seja em associação com o nível do mar atual, ou em períodos de nível do mar mais baixos (**Figura 14**). Nos dias atuais, este processo de arrasamento de pequenas ilhas, pela ação de ondas, ainda ocorre e pode ser visualizado nas pequenas ilhas presentes na porção noroeste da baía (**Figura 15**). Algumas destas lajes foram batizadas, como é o caso das lajes do Ipeba e do Machadinho etc. Estas lajes, terraços de abrasão parcialmente soterrados, constituem um substrato duro para uma série de organismos marinhos, tais como moluscos, algas coralináceas e corais, que contribuem para a produção de sedimentos autóctones (biodetritos) grossos (areias e cascalhos) os quais, nos mapas de fácies (veja mais adiante), aparecem como manchas isoladas, circundadas por sedimentos lamosos, na metade norte da baía e ao redor das ilhas.

Trabalhos recentes mostraram que alguns destes altos fundos que sobreviveram ao soterramento pelos sedimentos finos, e se projetam acima do fundo lamoso, apresentam um recobrimento de corais pétreos vivos, a exemplo dos recifes presentes na metade nordeste da baía (Cruz, 2008) (**Figuras 13b** e **13c**). Recifes de corais estão presentes também na face da ilha de Itaparica voltada para a entrada da baía, onde se desenvolveram sobre as lajes (terraços de abrasão) que bordejam a ilha.

A origem dos sedimentos finos que se acumularam na metade norte da baía ainda precisa ser estabelecida, uma vez que a maioria dos trabalhos até então publicados tem se preocupado apenas em descrever os aspectos texturais do sedimento, pouco adentrando em seus aspectos composicionais.

É possível que estes sedimentos finos tenham uma origem mista, que inclui: (i) componentes siliciclásticos, gerados a partir da erosão de rochas lamíticas que afloraram no entorno da baía e suas ilhas, assim como nas bacias hidrográficas dos pequenos rios que aí deságuam; e (ii) componentes bioclásticos, produzidos pela fragmentação das partes duras do esqueleto de organismos marinhos (moluscos, algas coralináceas etc).

À entrada da baía (canal de Salvador) predominam os sedimentos marinhos de natureza arenosa e composição siliciclástica, retrabalhados pela ação das fortes correntes de maré (**Figura 16**). Algumas destas areias podem até mesmo ter uma origem fluvial, depositadas pelo próprio rio Paraguaçu, em períodos de nível de mar mais baixo, e depois retrabalhadas pelos agentes marinhos. Na porção central da baía e em trechos de seus principais canais predominam afloramentos rochosos (**Figura 13d**).

O abaixamento do nível relativo do mar, da ordem de 3-4 m, que afetou grande parte de costa brasileira nos últimos 5 mil anos (Angulo e Lessa, 1997; Martin *et al.*, 2003; Angulo *et al.*, 2006) não parece ter tido grande influência na sedimentação no interior da Baía de Todos os Santos.

Figuras 14a e 14b.
*Exemplos de lajes rochosas/ terraços de abrasão no interior da Baía de Todos os Santos. (**a**) Ilha do Medo e (**b**) Noroeste da Baía de Todos os Santos (abaixo).*

Figura 14c.
Exemplo de laje rochosa/terraço de abrasão no interior da Baía de Todos os Santos. Ilha de Madre de Deus.

Figura 14d.
Exemplo de laje rochosa/terraço de abrasão no interior da Baía de Todos os Santos. Ilha Bom Jesus.

Figuras 15a e 15b.
Processo de arrasamento de pequenas ilhas, ao cabo do qual restam apenas lajes rochosas. Metade noroeste da Baía de Todos os Santos.

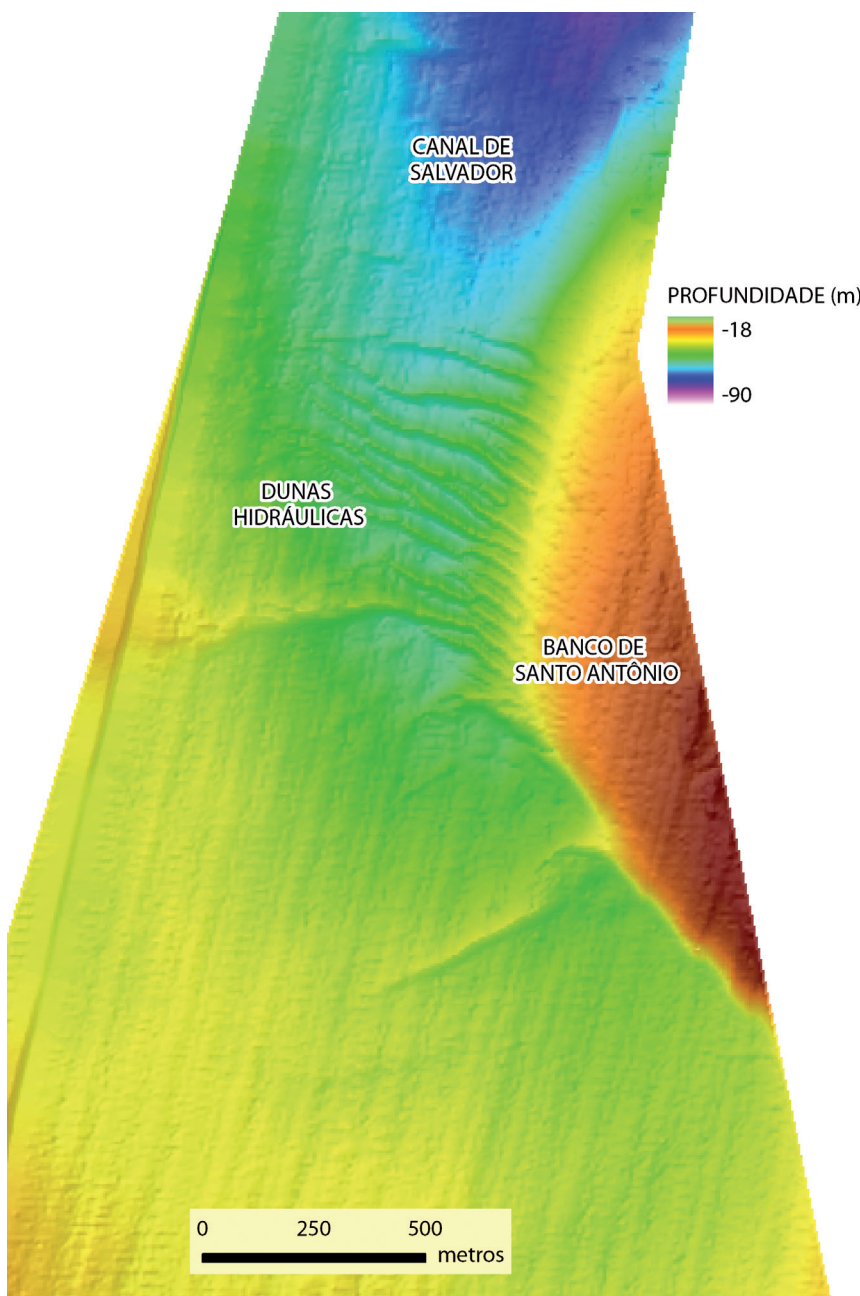
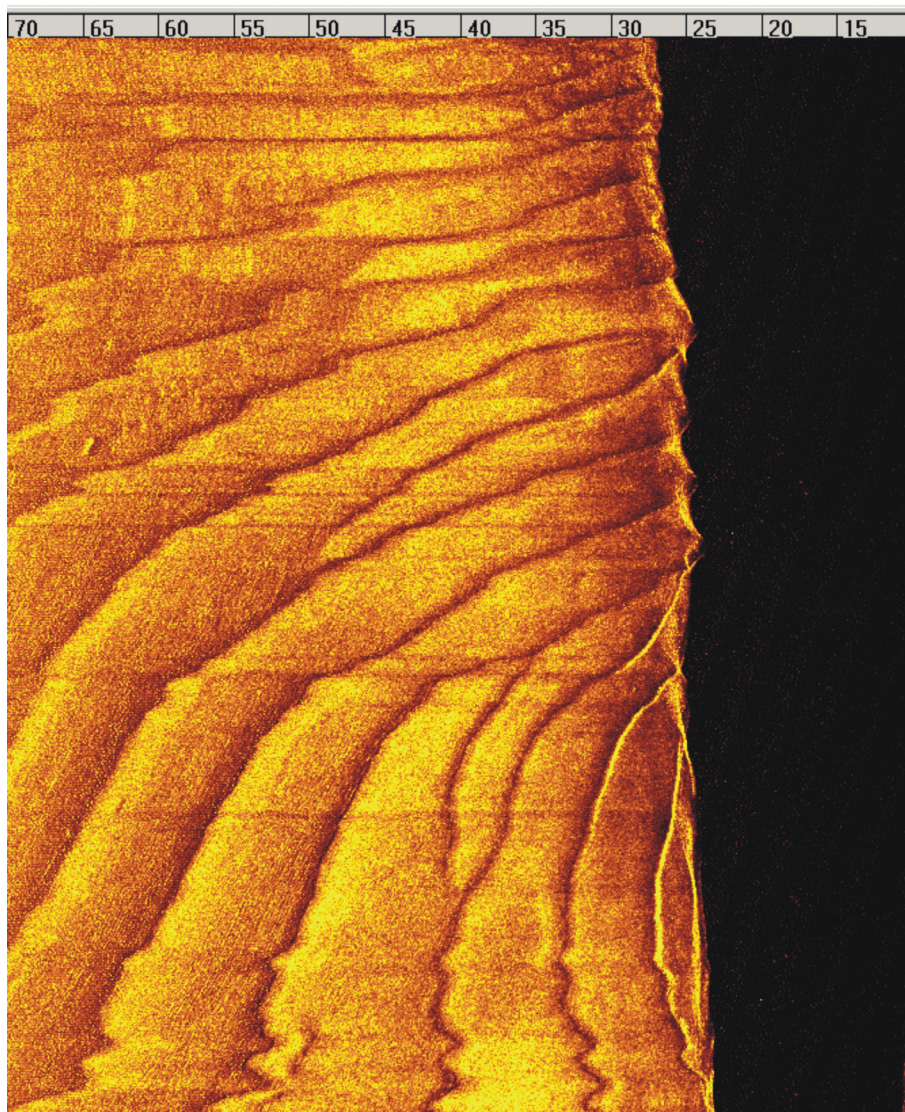



Figura 16a.
Dunas hidraúlicas no fundo do canal de Salvador, entrada da Baía de Todos os Santos, indicativas da ação das correntes de maré retrabalhando os sedimentos de fundo. Registro batimétrico multifeixe.

Figura 16b.
Dunas hidraúlicas no fundo do canal de Salvador, entrada da Baía de Todos os Santos, indicativas da ação das correntes de maré retrabalhando os sedimentos de fundo. Registro com sonar de varredura lateral.

A Baía de Todos os Santos hoje – sedimentos superficais de fundo

A história evolutiva recente da Baía de Todos os Santos, apresentada anteriormente, nos ajuda a entender as características atuais do seu fundo marinho.

A Baía de Todos os Santos já foi apontada como uma das menos conhecidas baías da costa brasileira, quanto às suas características sedimentológico-ambientais (Mabesoone e Coutinho, 1970). Esta situação começou a mudar a partir de 1970, com a criação, na Universidade Federal da Bahia, do Instituto de Geociências e do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica (atual Centro de Pesquisa em

Geofísica e Geologia) que, conjuntamente, iniciaram os estudos na Baía de Todos os Santos.

Um padrão geral da composição e distribuição das diferentes fácies de sedimento de fundo da Baía de Todos os Santos foi apresentado por Bittencourt *et al.* (1976). Posteriormente, Macedo (1977) analisou alguns aspectos sedimentológicos específicos dos sedimentos de fundo, como a sua composição faunística; e Vilas Boas e Bittencourt (1979) analisaram a mineralogia e a química das argilas nelas contidas. Trabalhos com maiores escalas de aproximação, ainda relacionados à caracterização dos sedimentos de fundo, foram realizados por: (i) Bittencourt *et al.* (1974), Bittencourt e Vilas Boas (1977) e Leão e Bittencourt (1977) na Baía de Aratú; (ii) Brichta (1977), numa pequena área na margem oeste da baía, defronte ao canal do Paraguaçu; (iii) Nascimento (1977), Barros (1977) e Vilas Boas e Nascimento (1979), nas enseadas dos Tainheiros e do Cabrito; e (iv) Leão (1971), que estudou um depósito conchífero na denominada Laje do Ipeba, na parte noroeste da baía. Por fim, Lessa *et al.* (2000), utilizando os dados dos trabalhos acima mencionados, fizeram uma reclassificação das fácies sedimentares do fundo da Baía de Todos os Santos, baseando-se nos conceitos da Estratigrafia de Sequências. Mais recentemente, Dias (2003), utilizando registros de sonar de varredura lateral detalhou melhor o contato entre estas fácies sedimentares, cujo mapa resultante encontra-se publicado em Cirano e Lessa (2007)

As características dos sedimentos superficiais de fundo, a seguir descritas, são derivadas destas publicações (**Figura 2a**). Tanto o mapa apresentado na **Figura 2a**, como os anteriormente mencionados não são definitivos, visto que a precisão dos contatos entre as diferentes fácies depende de trabalhos de detalhe adicionais. O quadro geral, entretanto, permanece o mesmo. Quatro fácies sedimentares principais podem ser identificadas.

Fácies de Areia Quartzosa

As duas áreas de maior expressão desta fácies, constituída de mais de 50% de sedimento tamanho areia, são os canais de Salvador e de Itaparica.

No canal de Itaparica, os sedimentos têm coloração variando de oliva a acinzentada e possuem como principal constituinte grãos de quartzo e, em parte, biodetritos. Os grãos de quartzo, subangulares a subarredondados em sua maioria, apresentam-se envolvidos por uma película de argila. Entre os biodetritos, predominam conchas e fragmentos esqueletais de moluscos e equinodermas e, em menor parte, de briozoários e foraminíferos (raros). Fragmentos de vegetais são encontrados ao longo das bordas, notadamente na frente dos riachos e canais de maré, quando podem atingir até 25% da fração grossa do sedimento. A chamosita,

mineral de argila rico em ferro, está presente na forma de preenchimentos de organismos, podendo, localmente, atingir os 20% da fração grossa.

No canal de Salvador, os sedimentos têm coloração cinza-amarelado, e são também compostos dominantemente de grãos de quartzo e biodetritos (20 a 50%). Os grãos de quartzo apresentam-se subarredondados a arredondados, limpos e brilhantes. Os biodetritos, em sua maioria, são representados por restos de moluscos, Halimeda, briozoários e alga coralinácea, e em parte por equinodermas e foraminíferos (até 10%). Fragmentos de rocha (folhelho, siltito e arenito) são encontrados em alguns locais, com tamanhos de até 8 cm e, em alguns casos, recobertos por colônias de organismos calcários. Estes fragmentos são oriundos dos afloramentos rochosos das rochas sedimentares da sub-bacia do Recôncavo que afloram em trechos deste canal, como apontado anteriormente.

Fácies de Lama

Esta fácies apresenta coloração oliva-acinzentado e é constituída, predominantemente, de argila (> 50%) e silte, com pouca areia. Entre os componentes biogênicos, predominam moluscos e equinodermas. A Halimeda é rara, embora localmente possa atingir até 20% da fração grossa. Os foraminíferos estão presentes em alguns locais, com percentagens entre 3 e 10%. Fragmentos vegetais aparecem ao longo da costa norte da baía (em manguezais, desembocaduras de riachos e canais de maré). Chamosita, ocorrendo na forma de pelotas fecais mineralizadas, é rara, podendo, entretanto, localmente, constituir até 70% da fração grossa. Esta fácies ocupa aproximadamente a metade norte da Baía de Todos os Santos.

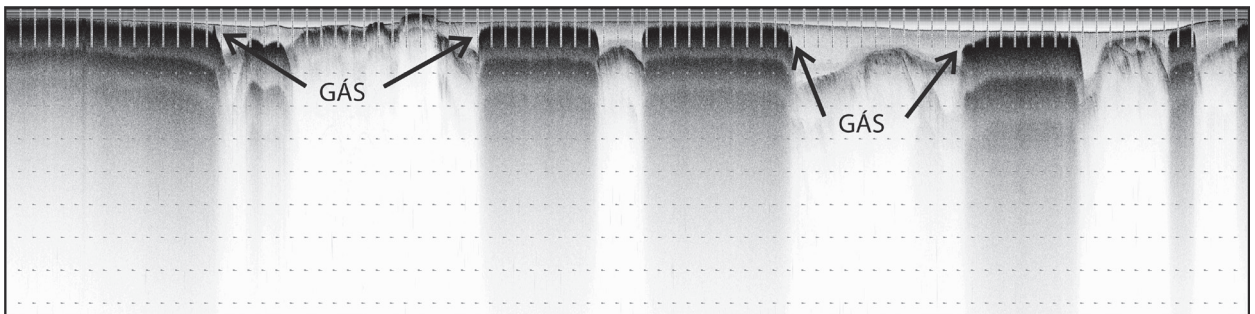
Fácies de Areia/Cascalho Biodetrítico

Esta fácies apresenta uma coloração acinzentada, sendo constituída de mais de 50% de componentes biogênicos. Compõe-se principalmente de restos de moluscos, equinoderma e Halimeda, e, em menores percentagens, de alga coralinácea e foraminíferos (raros). Grãos de quartzo, quando presentes, são finos e subangulares. A argila, subordinada, está sempre presente em percentagens inferiores a 30%. A chamosita é rara. Como discutido anteriormente, esta fácies ocorre sob a forma de manchas isoladas na fácies de lama ou no entorno das principais ilhas da baía.

Fácies Mista

Com coloração oliva-acinzentado, é caracterizada pela mistura, em diferentes proporções, de três componentes: areia quartzosa, lama e biodetritos, sem exceder, nenhum deles, os 50%. No canal do rio Paraguaçu e na parte central da baía, esta fácies é constituída por uma mistura com maiores percentagens de areia quartzosa e lama, com poucos componentes biogênicos. Os grãos de quartzo são de granulação fina a média, subangulares a subarredondados, alguns apresentando um filme envoltório de óxido de ferro. Entre os componentes biogênicos, sobressaem-se os moluscos. Fragmentos de vegetais aparecem em proporções que variam de 3 a 20%. Já na parte central da baía, a fácies mista apresenta maiores percentagens de componentes biogênicos, representados predominantemente por moluscos, Halimeda e equinodermas, com alguns foraminíferos. Em sua maioria, esses materiais apresentam-se desgastados, corroídos e perfurados. A chamosita aparece em percentagens de 3 a 15% da fração grosseira.

Os teores de matéria orgânica nos sedimentos de fundo da Baía de Todos os Santos são variáveis. Os maiores teores estão associados à fácies de lama (3-6%). A decomposição desta matéria orgânica gera o gás metano que, quando presente no sedimento, cria o efeito de "cobertor acústico", impedindo a penetração das ondas acústicas no sedimento, conforme mostrado na **Figura 17**. A fácies de areia quartzosa, presente na entrada da Baía de Todos os Santos, é a que apresenta os menores teores de matéria orgânica (menos de 1%). Nos levantamentos sísmicos foi a única fácies em que não se constatou a presença de gás no sedimento. As demais fácies, inclusive a fácies de areia quartzosa no canal de Itaparica, apresentam teores de matéria orgânica entre 1 e 3%. Nestas fácies também foi detectada a presença de gás no sedimento.

Figura 17.
Exemplo de linha sísmica de alta resolução com presença de gás no sedimento (indicado pelas setas).

Considerações Finais

Charles Lyell, em seu influente livro Princípios de Geologia (Lyell, 1830), descreve a Geologia como "a ciência que investiga as sucessivas mudanças que tiveram lugar nos reinos da natureza orgânico e inorgânico; ela investiga as causas destas mudanças e as influências que elas exerceram na modificação da superfície e na estrutura externa de nosso planeta". Este capítulo foi escrito tendo como inspiração esta abordagem de Lyell. Esperamos ter transmitido ao leitor que uma determinada paisagem, como a Baía de Todos os Santos, é o resultado de uma longa herança geológica, uma longa cadeia de eventos, com contingências geo-históricas, desempenhando um papel fundamental no seu modelado. Uma história que começa com a separação entre a América do Sul e a África, há cerca de 145 milhões de anos atrás, e incorpora os efeitos do progressivo resfriamento do planeta, durante o Cenozóico, e as dramáticas mudanças do nível do mar, durante o Quaternário.

Como diria o próprio Lyell (1830), "como a condição atual das nações é o resultado de muitas mudanças antecedentes, algumas extremamente remotas e outras recentes, algumas graduais e outras súbitas e violentas, também o estado do mundo natural é o resultado de uma longa sucessão de eventos, e se nós desejarmos expandir nossa experiência da presente economia da natureza, devemos investigar os efeitos de suas operações em épocas pretéritas".

Referências

Abreu, V. S. e Anderson, J. B. (1998) Glacial eustasy during the Cenozoic: sequence stratigraphic implications. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 82, p. 1385-1400.

Angulo, R. J. e Lessa, G. C. (1997). The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranagua and Cananeia regions. **Marine Geology**, v.140, p. 141-166.

Angulo, R. J.; Lessa, G. C.; Souza, M. C. (2006) A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. **Quaternary Science Reviews**, v. 25, p. 486-506.

Arai, M. (2006) A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. Geol. USP, Série Cientifica, v. 6, p.1-6.

Barros, F. C. (1977) **Estudo dos sedimentos biogênicos das enseadas dos Tainheiros e do Cabrito.** Dissertação de mestrado em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 76p.

Bittencourt, A. C. S. P.; Vilas Boas, G. S. (1977) Ocorrência de chamosita nos sedimentos recentes da Baía de Aratu. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, p. 230-238.

Bittencourt, A. C. S. P.; Ferreira, Y. A.; Di Napoli, E. (1976) Alguns aspectos da sedimentação na Baía de Todos os Santos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 6, p. 246-263.

Bittencourt, A. C. S. P.; Brichta, A.; Di Napoli, E. (1974) A sedimentação na Baía de Aratu. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 4, p. 51-63.

Brichta, A. (1977) **A sedimentação na foz do Rio Paraguaçu.** Dissertação de mestrado em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 113 p.

Carvalho, J. S. B. (2000) **Caracterização morfoestratigráfica do preenchimento sedimentar da Baía de Iguape, Bahia: influência das variações eustáticas do nível do mar e atividades tectônicas recentes.** Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, Brasil,125 p.

Cirano, M. e Lessa, G. C. (2007) Oceanographic characteristics of Baia de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n. 4, p. 363-387.

Cruz, I. C. S. (2008) **Áreas prioritárias para conservação dos recifes de corais da Baía de Todos os Santos**. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 102p.

Cupertino, J. A. e Bueno, G. V. (2005) Arquitetura das sequências estratigráficas desenvolvidas na fase de lago profundo no Rifte do Recôncavo. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.13, p. 245-267.

Daniel, L. M. F.; Souza, E. M.; Mato, L. F. (1989) Geoquímica e modelos de migração de hidrocarbonetos no Campo do Rio do Bú: integração com o compartimento nordeste da bacia do Recôncavo, Bahia. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 3, p. 201-214.

Davison, I. (1987) Normal fault geometry in relation to compaction and burial. **Journal of Structural Geology**, v. 9, p. 393-401.

Dias, K. (2003) **Reavaliação da distribuição espacial das fácies texturais do leito da Baía de Todos os Santos**. Monografia de conclusão de curso, Curso de Graduação em Geologia, da Universidade Federal da Bahia, Brasil, 50p.

Dominguez, J. M. L. (2007) Sediment transfer mechanisms from the coastal zone/shelf to the slope/basin during the last 400,000 yrs: a case study for the north-central shelf of Bahia state. In**: International Congress of The Brazilian Geophysical Society**, 10, Rio de Janeiro, Brazil. CD-ROM, sem numeração sequencial. 4p.

Dominguez, J. M. L. e Araujo, L. M. O registro de um *onlap* costeiro durante o Mioceno. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 44, Curitiba, Anais. p. 613.

Haq, B. U.; Hardenbol, J.; Vail, P. R. (1987) Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). **Science**, v. 235, p. 1156-1167.

Haq, B. U.; Hardenbol, J.; Vail, P. R. (1988) Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: Wilgus, C. K.; Hastings, B. S.; St., C. G.; Kendall, C.; Posamentier, H. W.; Ross, C. A.; Wagoner, J. C. Van. (Eds.). **Sea Level Changes: An Integrated Approach**. SEPM Publicação Especial 42, p. 71-108.

John, M. C.; Karner, G. D.; Mutti, M. (2004) d^{18}O and Marion Plateau backstripping: combining two approaches to constrain late middle Miocene eustatic amplitude. **Geology**, v. 32, p. 829–832.

Leão, Z. M. A. N. e Bittencourt, A. C. S. P. (1977) A fração biodetrítica dos sedimentos de fundo da Baía de Aratu (BA). **Revista Brasileira de Geociências**, v.7, p. 115-130.

Leão, Z. M. A. N. (1971) **Um depósito conchífero do fundo da Baía de Todos os Santos próximo à Laje do Ipeba**. Tese de mestrado em Geociências, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 56p.

Lessa, G. C.; Bittencourt, A. C. S. P.; Brichta, A.; Dominguez, J. M. L. (2000) A reevaluation of the late quaternary sedimentation in Todos os Santos Bay (BA), Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, p. 573-590.

Lessa, G. C. (2005) Baías brasileiras: grandes estuários em uma costa regressiva. In: **Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, 10, Guarapari, Espírito Santo. Anais. CD-ROM, sem numeração sequencial de páginas.

Lyell, C. (1830) **Principles of Geology**. V.1. University of Chicago Press, Edição fac-símile (1990). 346p.

Mabesoone, J. M.; Coutinho, P. N. (1970) **Littoral and shallow marine geology of northern and northeasthern Brazil.** Trabalhos do Instituto Oceanográfico, Universidade Federal de Pernambuco, 12, p.1-212.

Macedo, M. H. F. (1977) **Estudo sedimentológico da Baía de Todos os Santos.** Dissertação de mestrado em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 75p.

Magnavita, L. P.; Silva, R. R.; Sanches, C. P. (2005) Guia de Campo da Bacia do Recôncavo, NE do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v.13, p. 301-334.

Magnavita, L. P.; Davison, I.; Kuznir, N. J. (1994) Rifting, erosion and uplift history of the Reconcavo-Tucano-Jatobá Rift, Northeast Brazil. **Tectonics**, Washington, v. 13, n. 2, p. 367-388.

Martin, L.; Bittencourt, A. C .S. P.; Flexor, J. M.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L. (1986) Neotectonic movements on a passive continental margin: Salvador region, Brazil. **Neotectonics**, v.1, p. 87-103.

Martin, L.; Dominguez, J. M. L.; Bittencourt, A. C. S. P. (2003) Fluctuating Holocene sea levels is eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. **Journal of Coastal Research**, v.19, p.101-124.

Masselink, G. e Hughes, M. G. (2003) **Introduction to Coastal Processes & Geomorphology.** Oxford University Press. 354p.

Medeiros, R. A. e Ponte, F. C. (1981) **Roteiro geológico da Bacia do Recôncavo (Bahia).** Salvador, PETROBRAS; SEPES; DIVEN; SENBA. 63p.

Miller, K. G.; Kominz, M. A.; Browning, J. V.; Wright, J. D.; Mountain, G. S.; Katz, M. E.; Sugarman, P. J.; Cramer, B. S.; Christie-Blick, N.; Pekar, S. F. (2005) The phanerozoic record of global sea-level change. **Science**, v. 310, p. 1293-1298.

Mohriak, W. U. (2003) Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: Bizzi, L. A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R. M.; Gonçalves, J. H. (Eds.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. CPRM, Brasília, p. 87-165.

Müller, R. D.; Sdrolias, M.; Gaina, C.; Steinberger, B.; Heine, C. (2008) Long-term sea-level fluctuations driven by ocean basin dynamics. **Science**, v. 319, p.1357-1362.

Nascimento, A. P. (1977) **Estudo sedimentológico das enseadas dos Tainheiros e do Cabrito.** Dissertação de mestrado em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 58p.

Petri, S. (1972) Foraminíferos e o ambiente de deposição dos sedimentos do Mioceno do Recôncavo baiano. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 2, p. 51-67.

Rossetti, D. F. (2006) Evolução sedimentar Miocênica nos estados do Pará e Maranhão. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. Geol. USP, Série Científica, v. 6, p.7-18.

Rossetti, D. F. e Góes, A. M. (2009) Marine influence in the barreiras formation, State of Alagoas, northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** 81 (no prelo).

Sampaio, T. F. (1916) Movimentos sísmicos na Bahia de Todos os Santos e seus arredores (Memorial). In: **Congresso Brasileiro de Geografia**, 5, Salvador. Anais. p. 355-367.

Sampaio, T. F. (1919) Tremores de terra no Recôncavo da Bahia de Todos os Santos. **Revista do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia**, v. 26, p. 211-222.

Sampaio, T. F. (1920) Tremores de terra na Bahia em 1919. **Revista do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia**, v. 27, p.183-195.

Scherer, C. M. S.; Lavina, E. L. C.; Dias Filho, D. C.; Oliveira, F. M.; Bongiolo, D. E.; Aguiar, E. S. (2007) Stratigraphy and facies architecture of the fluvial–aeolian–lacustrine Sergi Formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 194, p.169-193.

Silva, O. B.; Caixeta, J. M.; Milhomem, P. S.; Kosin, M. D. (2007) Bacia do Recôncavo. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, p. 423-431.

Tricart, J. e Da Silva, T. C. (1968) **Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe**. Salvador, Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia. 167 p.

Vilas Boas, G. S. e Bittencourt, A. C. S. P. (1979) Química e mineralogia da fração argilosa dos sedimentos do fundo da Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 9, n.3, p. 179-197.

Vilas Boas, G. S. e Nascimento, M. A. M. (1979) Evolução paleogeográfica e paleoclimática da região das enseadas dos Tainheiros e do Cabrito – Bahia, nos últimos 5.000 anos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 9, n. 3, p.159-168.

Wagoner, J. C. Van. (Ed.). **Sea Level Changes: An Integrated Approach.** SEPM Publicação Especial 42, p. 71-108.

Zachos, J.; Pagani, M.; Sloan, L.; Thomas, E.; Billups, K. (2001) Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. **Science**, v. 292, p. 686-693.

Boypeba

I: dos frades

I: do medo

Bahia de todolos sãtos

TERRAS DE DÕ ALVARO DA COSTA

ITAPARICA

Oceanografia Física

Guilherme Camargo Lessa
Mauro Cirano
Fernando Genz
Clemente Augusto Souza Tanajura
Renato Ramos da Silva

Introdução

Baías costeiras constituem um tipo particular de estuário com morfologia condicionada por processos de subsidência e tectonismo (Kjerfve, 1994). Apesar de receberem a contribuição de várias bacias de drenagem, algumas de expressão regional, a subsidência, condicionada por falhas geológicas, quase sempre oculta os contornos dos vales fluviais afogados, e gera morfologias variadas. As baías são normalmente maiores que estuários típicos e abrigam vários subsistemas estuarinos à saída dos cursos fluviais afluentes. Assim sendo, são por vezes chamadas de sistemas estuarinos, como proposto inicialmente por Pritchard (1952).

Como sistemas estuarinos, a circulação de água nas baías é influenciada por três forçantes: i) os gradientes da superfície livre da água, também denominados gradientes barotrópicos, associados à variação do nível do mar (oscilações de maré e inframareais) e dos rios; ii) os gradientes de densidade ou baroclínicos, associados às diferenças longitudinais de densidade geradas pela progressiva diluição ou concentração da água salgada estuário adentro; e iii) a tensão de cisalhamento do vento na superfície da água, causando uma transferência de momento do vento para as camadas mais superficiais da coluna d'água. Os motores da circulação, e de certo modo inclusive a própria maré astronômica, sofrem variações sazonais, interanuais e interdecenais, podendo gerar uma infinidade de cenários dinâmicos, modos de circulação e mecanismos de troca de massa entre as baías e o oceano, ou mesmo entre os diferentes segmentos da baía (Elliot, 1976).

A Baía de Todos os Santos (BTS) (**Figura 1**) é um sistema estuarino típico, com morfologia condicionada por movimentos tectônicos em uma área delimitada pelas falhas geológicas de Salvador e de Maragogipe. A BTS recebe a descarga de três grandes bacias de drenagem, associadas aos rios Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé, além de outras 91 pequenas bacias que geram um efeito de descarga difusa durante os meses úmidos. As características morfológicas da baía causam variações da altura de maré já a partir da sua entrada. A complexidade da dinâmica da maré aliada à distribuição espacial dos pontos de descarga de água doce, às diferenças climáticas existentes no eixo leste-oeste (entre Salvador e Cachoeira) e à contrastante sazonalidade pluviométrica entre as bacias de drenagem criam regiões com características particulares de circulação de água.

Apesar de sua importância no contexto socioeconômico do Estado (abriga oito[1] dos dez portos e terminais marítimos existentes no Estado da Bahia) e da execução de monitoramentos oceanográficos, desde 1947, havia até o início deste século apenas uma publicação científica voltada para a oceanografia física da BTS (Wolgemuth *et al.*, 1981). Os monitoramentos iniciais estiveram atrelados às

[1] Porto de Salvador, Porto de Aratu, Base Naval, Terminal Ford, Terminal Moinho Dias Branco, Terminal USIBA, Terminal TRANSPETRO, Porto de São Roque do Paraguaçu.

atividades portuárias, com as primeiras informações sistematicamente coletadas envolvendo o monitoramento do nível d'água para a produção de tábuas de maré. Estes registros foram feitos pela antiga Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) do Ministério da Marinha, tendo sido iniciados em 1947 na Base Naval de Aratu. Entre 1963 e 1974, também sobre a responsabilidade da DHN, foram realizadas as primeiras campanhas correntométricas para a confecção de cartas de corrente para os portos de Aratu, Madre de Deus e Salvador. A primeira investigação de cunho científico só foi realizada no início da década de 1980, com um estudo sobre a massa d'água e a concentração de sedimentos em suspensão na BTS e no canal de São Roque (Wolgemuth *et al.,* 1981). Ainda no canal de São Roque, informações sobre o campo de correntes, salinidade e temperatura, foram coletadas como subsídio a investigações da geoquímica dos sedimentos em suspensão.

Esforços de modelagem numérica do fluxo d'água na BTS foram iniciados por Montenegro Neto (1998), aplicando o modelo *Princeton Ocean Model*, para avaliar a influência dos ventos na circulação do corpo central da baía. Esta iniciativa foi seguida pelo CRA (2001) e por Xavier (2002), com uma extensa modelagem da circulação barotrópica, utilizando o modelo SisBAHIA. Para a implementação do modelo, foi utilizada a mais completa série de dados oceanográficos coletada na BTS até o momento, obtida em 1999 no âmbito do Projeto de Saneamento da Baía de Todos os Santos (Programa Bahia Azul), patrocinado pelo Governo do Estado da Bahia. Monitoramentos simultâneos da meteorologia e dos campos de corrente, pressão, salinidade, temperatura e densidade foram executados em dezenas de estações oceanográficas em períodos úmido e seco, gerando um conjunto de dados posteriormente analisado por Xavier (2002) e Cirano e Lessa (2007).

Figura 1. (Direita)
Localização de feições de interesse na BTS.

A avaliação da descarga fluvial na BTS foi feita pelo CRA (2001) e por Lima e Lessa (2002). Lima e Lessa (2002) calcularam pela primeira vez a curva hipsométrica e o volume da baía, os quais foram posteriormente aferidos por Bonfim *et al.* (2003), junto a uma avaliação do balanço hídrico na BTS. O impacto da descarga da represa de Pedra do Cavalo (rio Paraguaçu) na circulação e estrutura termohalina foi avaliado por Genz (2006) e Genz *et al.* (2008), ao longo do segmento oeste da baía, envolvendo o canal de São Roque, a Baía de Iguape e o baixo curso do rio Paraguaçu. Mais recentemente, a importância da estrutura termohalina e da componente baroclínica do fluxo na circulação da BTS foi avaliada por Pereira e Lessa (2009), ao investigar a estrutura de fluxos estacionários no canal de Cotegipe.

Este capítulo pretende apresentar o estado do conhecimento sobre a circulação de água na BTS e particularmente em alguns de seus setores mais importantes ou impactados pela ocupação urbano-industrial. Para tanto, serão utilizadas informações e dados publicados na literatura técnica e científica, bem como informações de campo e de modelagem, ambos inéditos, obtidos e gerados pela UFBA.

Baía de Todos os Santos
Represa de Pedra do Cavalo
Cachoeira
São Félix
Rio Paraguaçu
Coqueiros
Najé
Baía de Iguape
Ilha do Francês
Canal de São Roque
São Roque
Salinas
Saubara
Acupe
S. Fco. do Conde
Rio Subaé
Rio Traripe
Ilha de Madre de Deus
Ilha dos Frades
Ilha de Maré
Baía de Aratu
USIBA
Itaparica
Peninsula de Itapagipe
Falha de Salvador
Falha de Maragojipe
Canal de Itaparica
Mar Grande
Barra do Gil
ILHA DE ITAPARICA
Canal de Salvador
SALVADOR
Ondina
Rio Vermelho
Nazaré
Catu
Ponte do Funil
Rio Jaguaripe
Cacha Pregos
Rio da Dona
0 4,100 8,200 16,400 Metros
N

Clima e Balanço Hídrico

De acordo com os dados da estação meteorológica de Ondina (Salvador), o clima na entrada da BTS (canal de Salvador) é tropical-úmido, com médias anuais de temperatura, precipitação e evaporação de 25,2 ºC, 2.100 mm e 1.002 mm, respectivamente (INMET, 1992). Ocorre, no entanto, um marcante ciclo sazonal em diversas variáveis climatológicas, como indica a distribuição das médias mensais apresentadas na **Figura 2** e na **Tabela 1**.

Temperatura e pressão atmosférica

Os ciclos sazonais climatológicos das temperaturas média, máxima e mínima, e da umidade relativa, estão apresentados na **Figura 2a**. As temperaturas máximas atingem valores mais altos, nos meses de janeiro, fevereiro e março, ao redor de 30 ºC. Elas estão principalmente associadas à maior quantidade de radiação solar incidente durante o verão do Hemisfério Sul. As temperaturas mínimas climatológicas ocorrem nos meses de julho, agosto e setembro, entre 21 ºC e 22 ºC, associadas à menor quantidade de radiação incidente e à entrada de frentes frias provenientes do sul. A umidade relativa climatológica atinge seu máximo em maio (83%), coincidindo com o máximo de precipitação.

A pressão atmosférica, de acordo com a **Tabela 1**, alcança um valor máximo de 1.011,5 mb, em julho, e um valor mínimo de 1.006,2 mb, em dezembro, resultando em uma variação anual média de 5,3 mb. Esta amplitude é próxima ao valor de 6,5 mb, relatado no projeto PROMARLAM (PETROBRAS/FUSP, 2005) para a altura do harmônico anual na série temporal proveniente da estação meteorológica da RELAM, entre julho de 2003 e julho de 2004. Dada a estreita relação existente entre a pressão atmosférica e o nível médio do mar, estes valores sugerem que oscilações anuais do nível médio marinho na BTS devem ser de aproximadamente 0,06 m.

Precipitação e Evaporação

As menores precipitações (<150 mm) ocorrem em janeiro e setembro, e as maiores em abril, maio e junho (>300 mm), quando cerca de 40% da precipitação média anual é produzida (**Figura 2b**). A maior intensidade de precipitação registrada até o momento ocorreu em abril de 1966, com 367 mm de chuva em menos de 24 horas.

A precipitação mais elevada no outono pode estar associada a fenômenos regionais e remotos, com diversas escalas espaciais e temporais. O fenômeno mais importante é a convergência de ar úmido dos ventos alísios de leste que se instala

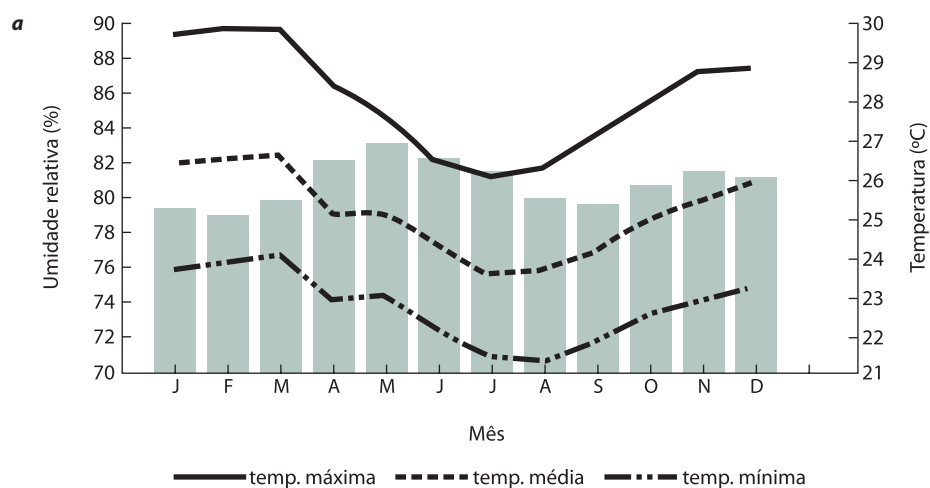
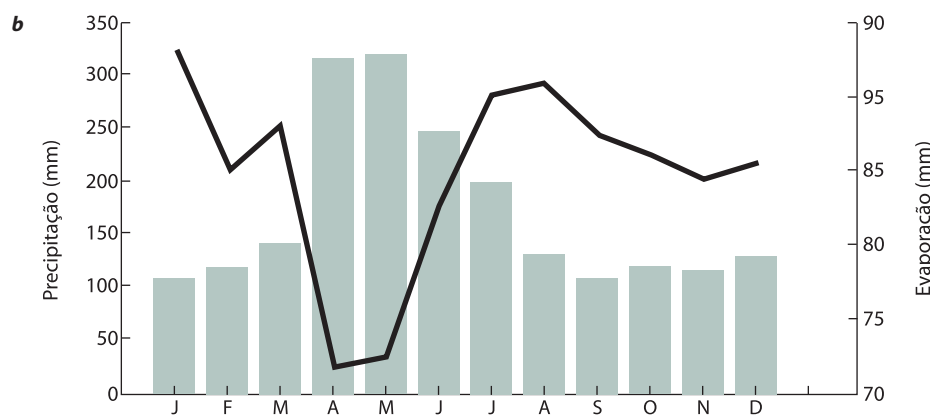



Figura 2.
*Climatologia mensal (**a**) da umidade relativa (barras) e temperaturas máximas, médias e mínimas e (**b**) da precipitação (barras) e evaporação registradas pela estação meteorológica de Ondina, para o período de 1961-1990 (INMET, 1992).*

sobre toda a costa leste do Nordeste (Molion e Bernardo, 2002). Chuvas mais intensas estão normalmente associadas a anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM) do Atlântico Sul, próximo à costa do Nordeste, que propiciam um maior transporte e convergência de umidade para a região. As variações dos ventos alísios de leste, associadas à modulação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (Rao *et al*., 1993), e a interação de ventos locais com os ventos alísios também podem produzir chuvas intensas, quando há formação de brisa terrestre de oeste no período da noite (Kousky, 1980).

As chuvas no leste da região Nordeste, no período de junho a agosto, são frequentemente produzidas por perturbações ondulatórias dos ventos alísios. Estas perturbações, comumente chamadas de *Distúrbios Ondulatórios de Leste*, são provocadas pela interação de ventos de sul – associados com sistemas frontais – com os alísios (Yamazaki e Rao, 1977). Outro importante fenômeno remoto, na geração de precipitação sobre a BTS, é a propagação de sistemas frontais de sul, ou de seus

Tabela 1. Normais Climatológicas (1961 a 1990) para a estação de Ondina – Salvador (Fonte INMET).

Meses	PA (mb)	Temperatura (ºC)					UR (%)	PT (mm)	Precipitação (mm)			Insol. (h)	Vento	
		Med. max	Med. min	Max. abs	Min. abs	Med.			Max. 24 hs	Dia Ano	Dias chuva		Dir.	Vel. (m/s)
JAN	1006,3	29,9	23,7	33,6	21,8	26,5	79,4	102,4	130,8	12/88	13	245,6	E	2,1
FEV	1006,3	30,0	23,9	34,4	21,9	26,6	79,0	122,1	159,0	06/80	15	226,4	SE	2,0
MAR	1005,8	30,0	24,1	34,7	22,3	26,7	79,8	148,0	100,9	16/69	18	231,1	SE	2,0
ABR	1006,6	28,6	22,9	32,8	21,2	25,2	82,2	326,2	367,2	27/71	21	189,7	SE	2,3
MAI	1008,3	27,7	23,0	31,5	21,3	25,2	83,1	349,5	208,4	22/66	24	174,3	SE	2,3
JUN	1010,4	26,5	22,1	31,8	20,3	24,3	82,3	251,0	217,5	03/78	23	167,2	SE	2,3
JUL	1011,5	26,2	21,4	30,6	19,8	23,6	81,5	184,9	97,8	14/90	23	181,2	SE	2,5
AGO	1011,4	26,4	21,3	31,3	19,9	23,7	80,0	134,1	86,1	22/71	20	202,6	SE	2,4
SET	1010,4	27,2	21,8	29,8	20,2	24,2	79,6	109,5	123,7	19/89	16	211,4	SE	2,4
OUT	1008,2	28,1	22,5	32,2	20,9	25,0	80,7	123,0	178,0	27/90	14	228,0	SE	2,3
NOV	1006,7	28,9	22,9	32,1	21,0	25,5	81,5	119,0	126,5	24/64	14	213,6	SE/NE	2,3
DEZ	1006,2	29,0	23,2	32,5	21,4	26,0	81,1	130,6	104,0	31/90	14	224,7	E	2,2
ANO	1008,2	28,2	22,7	34,7	19,8	25,2	80,8	2100,2			18	2495,8	SE	2,2

PA = pressão atmosférica, UR = Umidade Relativa, PT = precipitação total, Insol = insolação.

vestígios, que atingem a região (Kousky, 1980). Alguns desses sistemas tornam-se quase-estacionários, com orientação na direção NO-SE, caracterizando uma zona de convergência de umidade e precipitação, denominada Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A convergência de umidade, alta nebulosidade e precipitação da ZCAS está diretamente associada às fortes chuvas da Amazônia, durante o verão e o início do outono (Kodama, 1993; Nogués-Paegle e Mo, 1997). A variabilidade de sua posição, mais ao norte ou ao sul, depende de diversos fatores, entre eles, a TSM do Atlântico Sul, visto que a ZCAS tende a se estabelecer sobre as águas mais quentes (Chaves e Nobre, 2004).

O período seco na BTS está associado à intensificação da Alta Subtropical do Atlântico Sul, que inibe a propagação das frentes frias pelo litoral, e à presença de vórtices ciclônicos de altos níveis da troposfera (VCAN) centrados na região nordeste. Os VCAN provocam movimento descendente de ar frio e seco no seu centro, com céu claro e ausência de chuva, e movimento ascendente de ar quente e úmido em sua periferia, com nebulosidade e chuva. Eles atuam sobre a região no verão, outono e primavera, mas principalmente no mês de janeiro, permanecendo ativos por um período de horas a até duas semanas (Gan e Kousky, 1986; Rao e Bonatti; 1987).

Devido à maior umidade do ar, ao maior número horas de insolação e altas temperaturas, o mês com maior evaporação é o mês de janeiro, com um máximo de quase 95 mm. Por outro lado, com menos horas de insolação e maior umidade do ar, a evaporação atinge seu mínimo em abril e maio (**Figura 2b e Tabela 1**).

Ventos

A direção preferencial dos ventos neste setor da costa brasileira é de ENE no verão e ESE no inverno, de acordo com a climatologia do Atlântico tropical, publicada por Servain *et al.* (1996). Esta situação é de fato semelhante aos dados médios na estação de Ondina, onde os ventos, no período de 1961 a 1990, foram preferencialmente de SE (**Tabela 1**).

Devido à localização da estação, estes valores estão mais próximos de caracterizar o padrão de circulação eólica em mar aberto do que dentro da BTS. Cirano e Lessa (2007) mostram que os ventos dentro da BTS sofrem aceleração e um desvio no sentido horário, simulando um giro ciclônico. A **Figura 3a** apresenta um segmento de dados sinóticos de vento, registrados no verão e no inverno de 1999 (CRA, 2001), em três estações entre a entrada da BTS (Mar Grande) e o setor central (Itaparica e ilha dos Frades, localizadas cerca de 22 km adentro da baía). Observa-se claramente na situação de verão o aumento progressivo de velocidade entre Mar Grande e ilha dos Frades (**Figura 3a**), onde as velocidades médias máximas são cerca de 3 m s^{-1} maiores que em Mar Grande. A direção dos ventos, na **Figura 3b**, oscila com um ciclo diurno devido à ação das brisas, sendo que nos momentos de ventos mais fortes, no meio da tarde, a direção na ilha dos Frades é desviada em cerca de 30º, para o norte, em relação à direção em Mar Grande.

Analisando-se todo o registro de 15 dias obtido pelo CRA (2001), verifica-se que no verão os ventos apresentaram direção média de 96º em Mar Grande, 110º em Itaparica e 111º na ilha dos Frades, ou seja, provenientes de E em Mar Grande e ESE nas duas estações mais internas. Neste mesmo trajeto, a velocidade média aumentou, de 4,7 m s^{-1} em Mar Grande para 5,5 m s^{-1} em Itaparica, e para 6 m s^{-1} na ilha dos Frades. As velocidades máximas diárias registradas na ilha dos Frades chegam a ser duas vezes maiores do que as registradas em Mar Grande.

No inverno, os dados do CRA (2001) mostram comportamento similar, com os ventos médios rotacionados em cerca de 30º, no sentido horário, entre as estações costeiras (Mar Grande e Rio Vermelho) e Itaparica (**Figura 3d**). As velocidades médias em Itaparica (**Figura 3c**), no entanto, não indicam aceleração tão nítida quanto no verão. Os dados de vento, de uma forma geral, devem ser avaliados com cautela, pois a orografia local pode bloquear parcialmente os ventos vindos de determinadas direções. Isto poderia explicar, por exemplo, o pequeno grau de

Figura 3.
Variação da velocidade (m s^{-1}) e direção do vento nas localidades de Mar Grande, Itaparica e ilha dos Frades (ver localização na ***Figura 1****). Dias 07 a 08 de janeiro (****a*** *e* ***b****) e 30 de maio a 01 de junho de 1999 (****c*** *e* ***d****).*

correlação da velocidade no inverno entre o registro de Itaparica e as estações costeiras, aparentemente protegidas dos ventos de N e NNE.

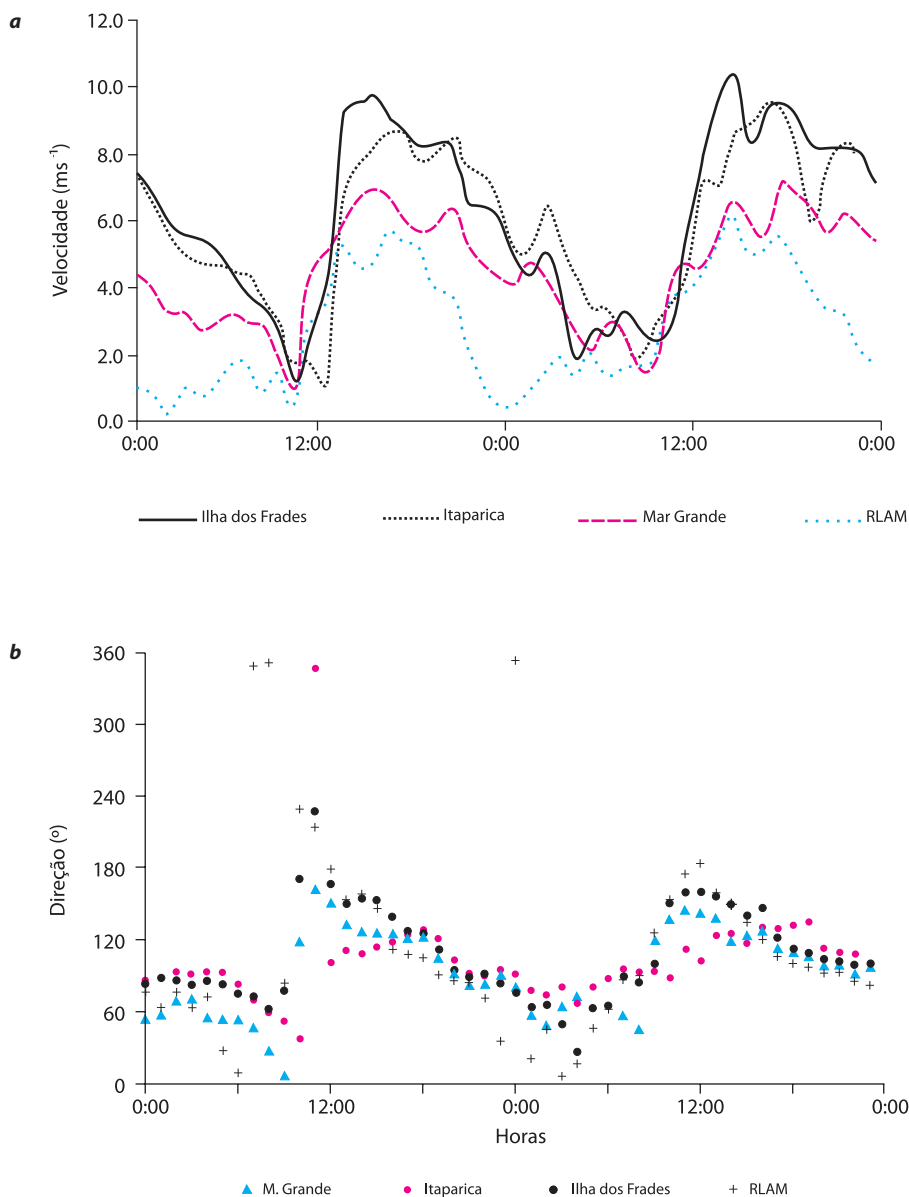
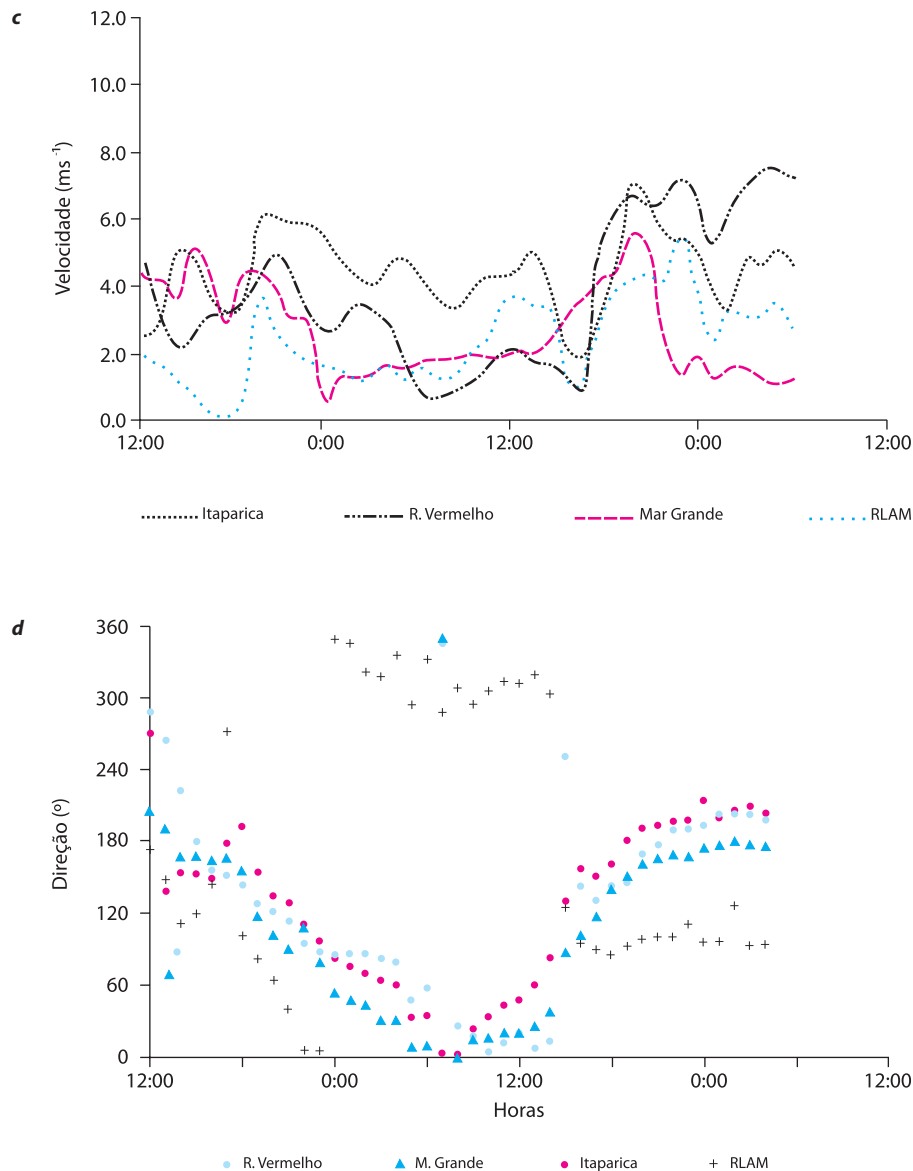
A variabilidade diurna causada pelas circulações de brisa pode ser observada através de medidas simultâneas de vento feitas nas localidades de ilha dos Frades, Itaparica e Mar Grande durante o Programa Bahia Azul (CRA, 2001) (**Figura 3**). Os ventos seguem um padrão diário de fortes brisas marinhas de sudeste, que se iniciam de manhã e intensificam-se à tarde, e de brisas continentais calmas de

nordeste, que se iniciam à noite e acentuam-se de madrugada. As brisas são mais comuns no verão (**Figura 3b**), quando a ausência de fenômenos de grande escala, como os sistemas frontais, permite a produção de aquecimento/resfriamento diferencial entre a superfície aquática e o continente. A **Figura 4**, obtida de uma imagem de satélite do dia 3 de março de 2009, ilustra um caso típico de nuvens convectivas sobre as regiões continentais, cuja formação é inibida sobre as superfícies aquáticas mais frias. Por outro lado, durante o período noturno, o resfriamento do continente gera a brisa terrestre, que eventualmente converge com os ventos

Figura 4.
Imagem do sensor MODIS do Satélite Terra para 03 de Março de 2009 12:45 UTC, mostrando a nebulosidade que se forma sobre o continente, associada ao sistema de brisa marítima (http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov).

alísios de leste. Esta convergência pode causar maior movimento ascendente e, com isso, formar precipitação noturna, o que é característico em toda a extensão da costa leste do Nordeste (Kousky, 1980; Molion e Bernardo, 2002).

Balanço Hídrico

O balanço entre precipitação e evaporação na entrada da BTS, como indicado na **Figura 2b**, é consideravelmente positivo ao longo de quase todo o ano. No entanto, esta condição altera-se rapidamente para o interior da baía, pois o clima torna-se progressivamente mais árido (**Figura 5**). O gradiente de precipitação é de aproximadamente 15 $mm.km^{-1}$ até a cidade de São Félix, no rio Paraguaçu (**Figura 1**), onde a precipitação média é de 1.139 mm (SEI 1999). Neste setor mais interno da BTS, o balanço hídrico médio anual torna-se negativo (-40 mm) e o clima efetivamente semiárido em Feira de Santana (100 km costa adentro), onde as taxas anuais de evaporação e precipitação são de 1.243 mm e 909 mm, respectivamente (CEPLAB, 1979).

Considerando a variabilidade regional das taxas de precipitação e evaporação, Cirano e Lessa (2007) estimaram que a área da BTS, delimitada pelo zero hidrográfico (ou nível de referência das cartas náuticas), recebe anualmente uma média de 2,42 x 10^9 m^3 de água doce de origem atmosférica, e perde por evaporação um total 0,92 x 10^9 m^3. Os autores adicionaram ainda, como perda, um volume de 0,21 x 10^9 m^3 associado à evapotranspiração nas áreas de manguezal. O balanço final resulta em uma descarga média anual de aproximadamente 41 m^3 s^{-1}. Este valor é desigualmente distribuído ao longo do ano, de acordo com a sazonalidade das

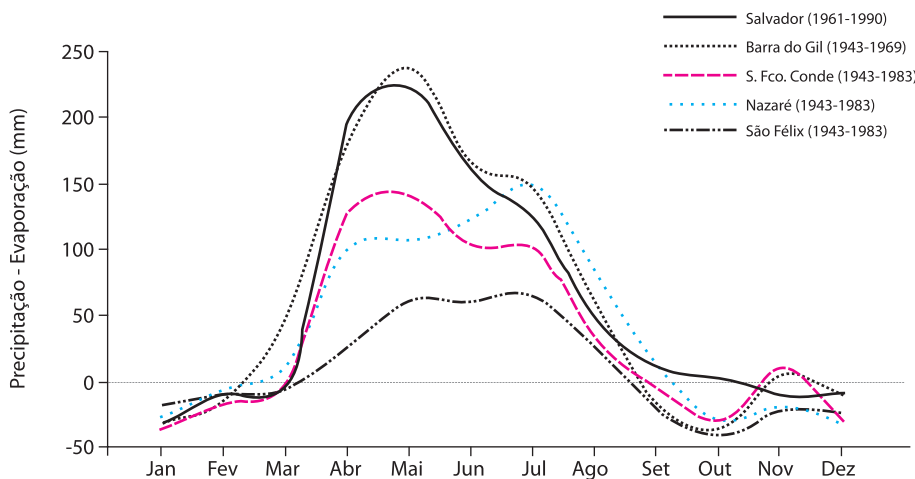



Figura 5.
*Médias climatológicas mensais para o balanço hídrico espacial das taxas de precipitação e evaporação na região da Baía de Todos os Santos (Localização das estações **Figura 1**).*

chuvas na região, sendo provável que nos meses úmidos ocorram vazões médias mensais próximas a 80 m^3 s^{-1}. As médias climatológicas publicadas pelo INMET (1992) indicam que os meses de janeiro, fevereiro, agosto, setembro e outubro podem eventualmente apresentar balanço hídrico negativo. Situações como esta têm influência no campo de densidade das águas da baía, e reflexos na circulação, como será visto adiante.

Descarga de água doce

A BTS recebe a descarga de uma área de drenagem correspondente a 61.110 km^2 (Lima e Lessa, 2002), sendo que 92,1% (56.300 km^2) estão associadas ao rio Paraguaçu. O restante é distribuído entre as bacias do rio Jaguaripe (2.200 km^2 ou 3,6% da área total), do rio Subaé (660 km^2 ou 1,1% da área total) e dos pequenos cursos d'água periféricos (1.950 km^2 ou 3,2% da área total).

O rio Paraguaçu é o principal contribuinte de água doce para a BTS, e tem uma descarga média de 92,5 m^3 s^{-1} (média de 1947 a 2003). O valor que chega à BTS é, no entanto, regulado pela barragem de Pedra do Cavalo, localizada 16 km à montante da Baía de Iguape (**Figura 1**) e em operação desde 1986. Devido à variabilidade climática natural, a descarga do rio Paraguaçu, ou vazão afluente à represa, no período de 1987 a 2003, foi de 75,8 m^3 s^{-1}, quase 20% menor do que a média histórica. Já a descarga média da represa neste período foi de 62,4 m^3 s^{-1}, ou 82% da descarga fluvial. Este valor corresponde a 54% do total da descarga fluvial média anual para a BTS, sendo seis vezes superior à do rio Jaguaripe e treze vezes maior que a dos rios Subaé e Traripe juntos (**Tabela 2**).

A utilização de vazões médias anuais mascara a variabilidade de descarga, a qual foi considerável no rio Paraguaçu desde a construção da represa de Pedra do Cavalo. Entre outubro de 1986 e setembro de 2003 (ano hidrológico de 1987 a 2003), vazões nulas ocorreram durante 22% do tempo de operação do reservatório. Vazões constantes, entre 50 m^3 s^{-1} e 60 m^3 s^{-1}, por um período de 4 a 5 horas, eram seguidas pelo fechamento completo das comportas (Genz, 2006). A vazão máxima de operação do reservatório é 1.600 m^3 s^{-1}, valor este que evita a inundação das cidades de São Félix e Cachoeira. A retenção de água no reservatório, durante o período de enchentes, causa uma forte alteração do hidrograma de cheia natural do rio (Genz *et al.,* 2008), achatando o seu pico e estendendo a duração do período com vazões relativamente elevadas. No caso de cheias excepcionais, vazões maiores que 1.600 m^3 s^{-1} podem ser liberadas, o que ocorreu uma única vez em dezembro de 1989, com a descarga de até 5.726 m^3 s^{-1} (causando a inundação das cidades à jusante).

*T**abela 2**. Valores de descarga das principais bacias de drenagem da BTS.*

Rio	Q máxima (m^3 s^{-1})	Q médio (m^3 s^{-1})	Período
Paraguaçu [1]	5.034	92,5	1947/2003
afluente	8.302	75,8	1987/2003
defluente	1.600 (5.726)	62,4	1987/2003
Subaé/Traripe	198	4,8	1987/2003
Açu	112	2,7	1987/2003
Jaguaripe	369	9,0	1987/2003
Dona	134	3,3	1987/2003
Pequenas bacias [2]	58	33,7	-
Média geral		115,9 [3]	

[1]Genz (2006); [2]CRA (2001); [3]Paraguaçu defluente.

As pequenas bacias hidrográficas que afluem à BTS foram estudadas pelo CRA (2001) para melhor estimar a contribuição de água doce para a baía. As bacias foram agrupadas em setores (**Figura 6**), respeitando-se a proximidade e as características de solo e cobertura vegetal. Foram selecionadas 96 bacias hidrográficas, tendo como critério a existência de drenagem com comprimento mínimo de 1,5 km, totalizando uma área de 1.713 km². O valor mediano da área de drenagem das pequenas bacias é de 8,2 km² (mínimo de 2 km²), sendo que apenas cinco bacias possuem mais de 50 km² (máximo de 316 km² - Setor 7). A descarga média de água doce para todos os setores foi estimada em 33,7 $m^3 s^{-1}$, com vazão mínima de 10,7 $m^3 s^{-1}$ e máxima de 57,8 $m^3 s^{-1}$ (**Tabela 3**). Os valores obtidos, por sua magnitude, destacam uma significante contribuição difusa no entorno da BTS.

Figura 6. (Página seguinte) *Setores de agrupamento das bacias hidrográficas do contorno da BTS (CRA, 2001).*

É importante salientar que a contribuição efetiva de água doce dos rios Jaguaripe e Dona para a BTS é bastante limitada, devido à localização da desembocadura próxima ao mar, no extremo sul da ilha de Itaparica. Além disso, características geomorfológicas e hidrodinâmicas (Xavier, 2002) permitem considerar o setor sul da BTS, além da Ponte do Funil, como um segmento mais individualizado, de comunicação relativamente mais restrita com o setor central da baía. Assim sendo, a descarga média anual, para o principal setor da BTS (delimitado pelas bacias marginais na **Figura 6**), é estimada em 103,6 $m^3 s^{-1}$.

Tabela 3. *Vazões máxima, média e mínima por setor – contorno da BTS (CRA, 2001).*

Setor	Área (km²)	Vazão ($m^3 s^{-1}$) Máxima	Média	Mínima
1	157,0	7,8	5,1	1,45
2	93,3	4,4	2,8	0,90
3	138,4	5,9	4,2	1,18
4	110,1	5,1	3,0	1,13
5	349,0	17,3	8,8	2,90
6	233,2	5,5	3,1	0,91
7	454,2	4,0	2,4	0,87
8	177,8	7,7	4,4	1,39
Total	1.713	57,8	33,7	10,73

Devido à sazonalidade climática do Estado, apresentada anteriormente, o período de maior descarga das bacias de drenagem afluentes à BTS não é coincidente (**Figura 7**). As bacias periféricas, assim como a bacia dos rios Jaguaripe e Subaé, são costeiras e apresentam pico de descarga no outono. Já a bacia do rio

Legenda
Setor_8
Setor_7
Setor_6
Setor_5
Setor_4
Setor_3
Setor_2
Setor_1
N
0 2 4 8 km

Figura 7.
Descarga fluvial média mensal afluente à BTS, proveniente do rio Paraguaçu e das bacias costeiras, as quais incluem as bacias periféricas e os rios Traripe, Subaé e Açu (os rios Jaguaripe e Dona não foram incluídos). A distribuição sazonal da vazão das bacias periféricas foi considerada a mesma da chuva da estação de Ondina.

Paraguaçu, que cobre 9,9 % da área do Estado e atravessa três cinturões climáticos, tem pico de descarga no verão, período de maior precipitação na cabeceira localizada no interior do Estado. A **Figura 7** mostra a distribuição média mensal da vazão do rio Paraguaçu e das bacias costeiras (excetuando-se os rios Jaguaripe e Dona). Observa-se que a vazão combinada da drenagem do rio Subaé/Traripe com a drenagem difusa tem a mesma ordem de grandeza daquela do rio Paraguaçu, sendo mais importante de abril a julho, quando o rio Paraguaçu está com vazões menores.

Vazão fluvial e meteórica

O balanço hídrico médio anual, calculado por Cirano e Lessa (2007), considerando a precipitação, evaporação e evapotranspiração no domínio da BTS, foi de 41 $m^3 s^{-1}$. No entanto, se for excluído o setor da BTS ao sul da Ponte do Funil, o volume médio anual de água meteórica despejado sobre o espelho d'água passa a ser de 2,20 x 10^9 m^3; a evaporação passa a ser de 0,87 x 10^9 m^3 e a evapotranspiração 0,14 x 10^9 m^3. Desta forma, o balanço entre ganhos e perdas resulta em um saldo médio de 1,18 x 10^9 m^3 no ano, que corresponde a uma vazão média anual de 37,4 $m^3 s^{-1}$ para o setor da BTS ao norte da Ponte do Funil.

Considerando as médias mensais da vazão meteórica e fluvial, pode-se estimar a variação mensal da descarga total de água doce para a BTS (**Figura 8**). Observa-se na **Figura 8** que ocorrem dois momentos de máxima descarga no ano, com valores superiores a 200 $m^3 s^{-1}$, associados ao período úmido no litoral (abril e maio) e às descargas da represa de Pedra do Cavalo, em novembro e dezembro.

Reitera-se que o impacto destes valores máximos de vazão é sentido em toda a BTS no outono, mas podem ser localizados na Baía de Iguape e canal de São Roque, no verão, desde que não ocorram vazões de cheia (>1.000 $m^3 s^{-1}$) por vários dias.

Os valores médios de descarga, apresentados acima, mascaram a grande variabilidade temporal do clima. Vários autores (Robertson e Mechoso, 1998; Mélice e Servain, 2003; Pekárova *et al*., 2003; Marques e Moller, 2008) ressaltam a existência de ciclos interanuais, com comprimentos de 3, 5, 11 e 28 anos, nos registros de precipitação e descargas fluviais em várias regiões do mundo. No Nordeste do Brasil, Molion (2003), Souza Filho e Lall (2004) e Genz (2006) apontam para a importância de ciclos de 11 anos bem marcados nas séries históricas de vazão dos rios Paraguaçu/BA, Jaguaripe/CE e São Francisco/BA. No litoral da Bahia, Genz *et al*. (2003) mostram que os ciclos decenais nas séries históricas de vazão de três regiões do Estado estão fora de fase (**Figura 9**), e observam que a magnitude destes ciclos supera em mais de 60% a anomalia das vazões anuais.

Na BTS, os totais anuais de precipitação, entre 1904 e 1989 na estação meteorológica de Ondina, extraídos de Gonçalvez (1992), mostram variações de até 2.500 mm, como ocorreu entre 1961 e 1964 (**Figura 10**). A filtragem da série, utilizando um período de corte de 21 anos, identificada através de análise espectral, salienta os ciclos decenais existentes nos registros. Estes ciclos causam oscilações de aproximadamente 650 mm nos valores médios anuais, o que corresponde a 34% da média histórica. A presença destes ciclos naturais de precipitação, e a consequente vazão fluvial, certamente induzem profundas alterações do campo termohalino e circulação estacionária nas regiões estuarinas. No entanto, até o momento, não existem registros de longo período, ou modelagem numérica dos processos, para avaliar a extensão destas alterações.

Figura 8.
Variação das médias mensais estimadas de entrada de água doce no corpo principal da BTS (ao norte da Ponte do Funil), considerando-se as descargas de água meteórica e fluvial.

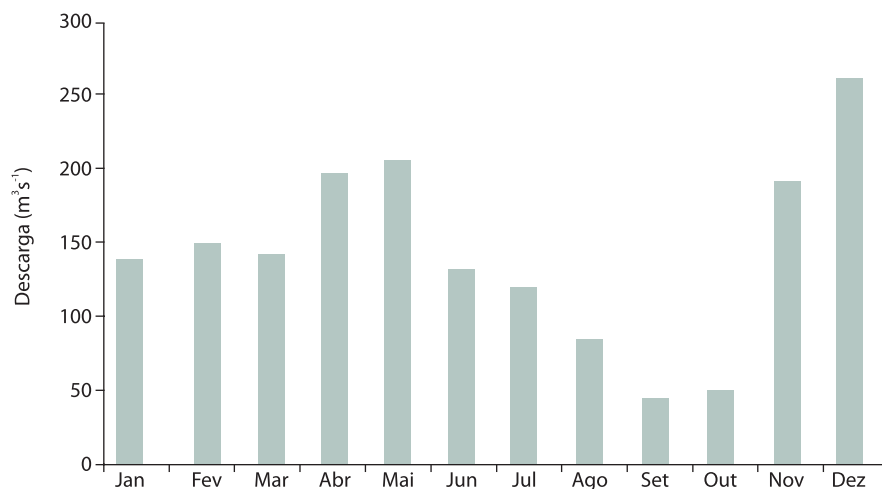
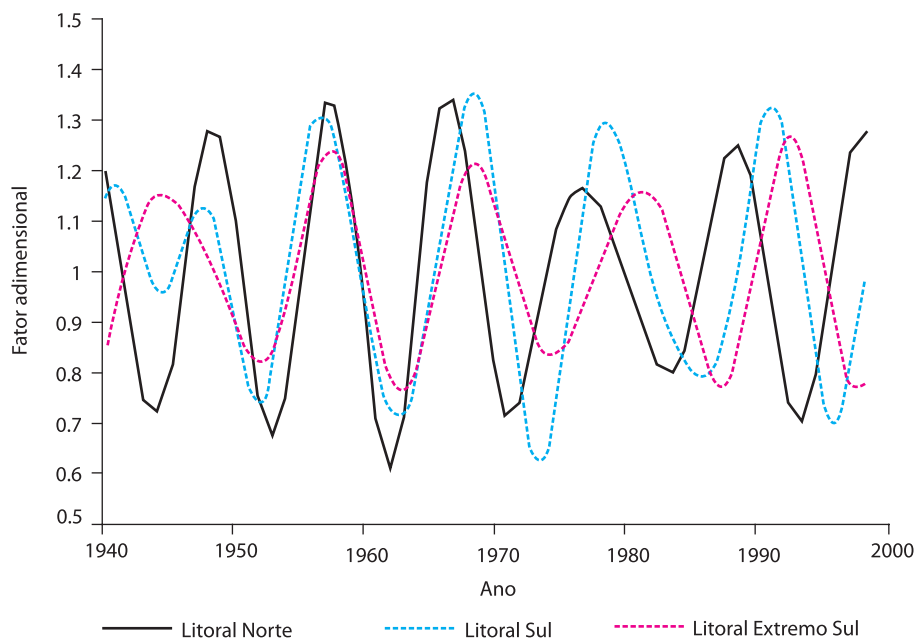



Figura 9.
Séries históricas de vazão, para os rios do litoral norte, sul e extremo sul do Estado da Bahia, normalizadas segundo a média (Genz et al., 2003).

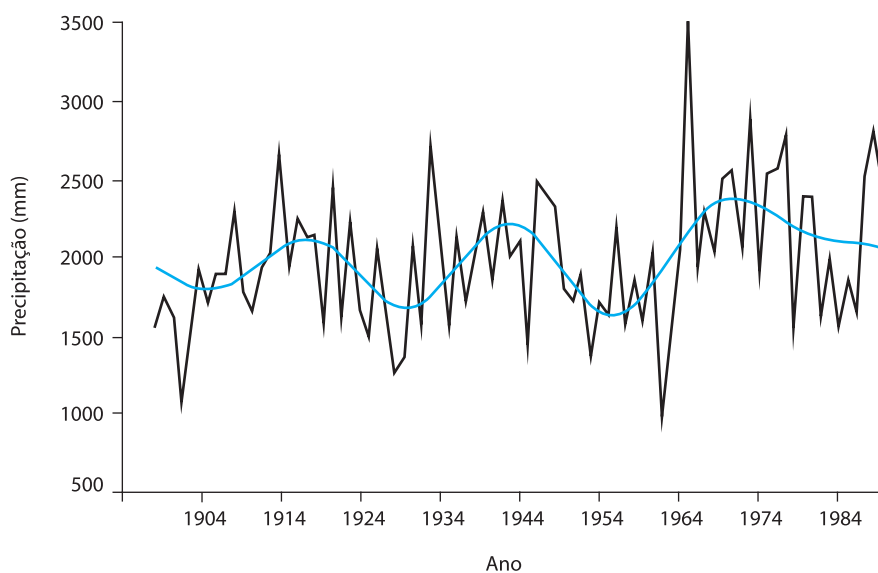



Figura 10.
Variação da precipitação total anual na estação de Ondina e o sinal resultante da aplicação de um filtro passa-baixa com período de corte de 21 anos. Dados digitalizados de Gonçalves (1992).

Mecanismos forçantes da circulação

As variações do nível do mar

Registros de variação do nível d'água para a confecção de tábuas de marés foram obtidos pela DHN com marégrafos analógicos, entre 1947 e 1988. Dados horários foram coletados em nove estações, ao longo de períodos que variaram entre uma semana (São Francisco do Conde) e um ano (Salvador), sendo que algumas destas estações foram monitoradas em mais de uma ocasião (**Figura 11**). No âmbito do Programa Bahia Azul, nos meses de janeiro e maio de 1999, o sinal de maré foi monitorado simultaneamente por 15 dias em cinco estações (**Figura 11**), sendo que apenas uma delas (Madre de Deus) foi coincidente com estações anteriores da DHN. Estes registros foram obtidos com sensores de pressão em intervalos de 15 minutos.

Mais recentemente, Genz (2006) e Pereira e Lessa (2009) monitoraram as oscilações de maré em quatro estações, Base Naval de Aratu, São Roque, Najé e Cachoeira, todas elas coincidentes com monitoramentos anteriores realizados pela DHN. Neste caso, os registros foram obtidos em períodos maiores de tempo (superiores a um mês), tendo sido utilizados tanto sensores de pressão (Coqueiros e Base Naval) como marégrafos analógicos (Cachoeira, Coqueiros e São Roque). Os registros dos marégrafos analógicos foram digitalizados em mesa digitalizadora e os sensores de pressão configurados para aquisição de dados a cada três minutos.

As marés na plataforma continental adjacente à BTS são semidiurnas, com número de forma ($N_f = K_1+O_1 / M_2+S_2$) igual ou inferior a 0,11. Ao entrar na baía, a onda de maré é progressivamente amplificada e distorcida, especialmente nos trechos mais estreitos, sinuosos e/ou rasos. A **Figura 12** mostra a amplificação progressiva da maré em toda a baía. A figura foi produzida com dados extraídos de simulações numéricas da propagação da maré na BTS (modelo RMA2-SMS), simulações estas forçadas pela maré oceânica medida na plataforma em janeiro de 1999 (CRA, 2001). As alturas de maré máxima, em sizígia, e mínima, em quadratura, foram respectivamente de 1,87 m e 0,98 m. Observa-se que em Salvador a maré de sizígia é 0,2 m a 0,25 m maior que a maré oceânica. No trecho central, próximo à ilha dos Frades, a altura da maré é amplificada, em 0,55 m em sizígia, e 0,25 m em quadratura, o que corresponde a uma amplificação de 30% e 26%, respectivamente. Na margem oeste, próximo a Saubara, a amplificação é de 0,75 m (40%) em sizígia e 0,35 m (36%) em quadratura. Valores extremos de amplificação ocorrem dentro da Baía de Iguape, onde em sizígia a amplificação é de 1,0 m, ou 53% da altura de maré oceânica. Para uma altura de maré oceânica de 2,25 m, comum em sizígias equinociais, a altura de maré no interior da Baía de Iguape alcança assim 3,50 m.

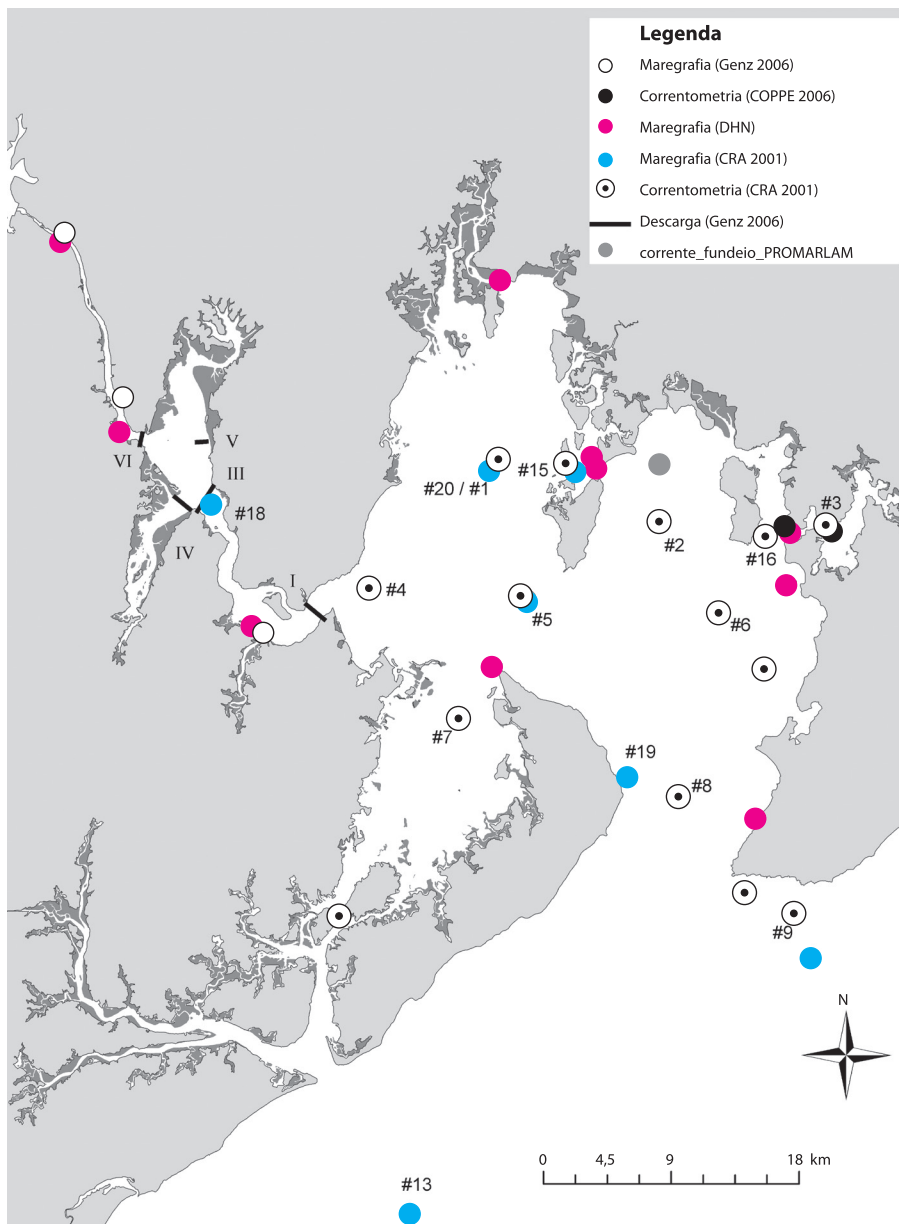
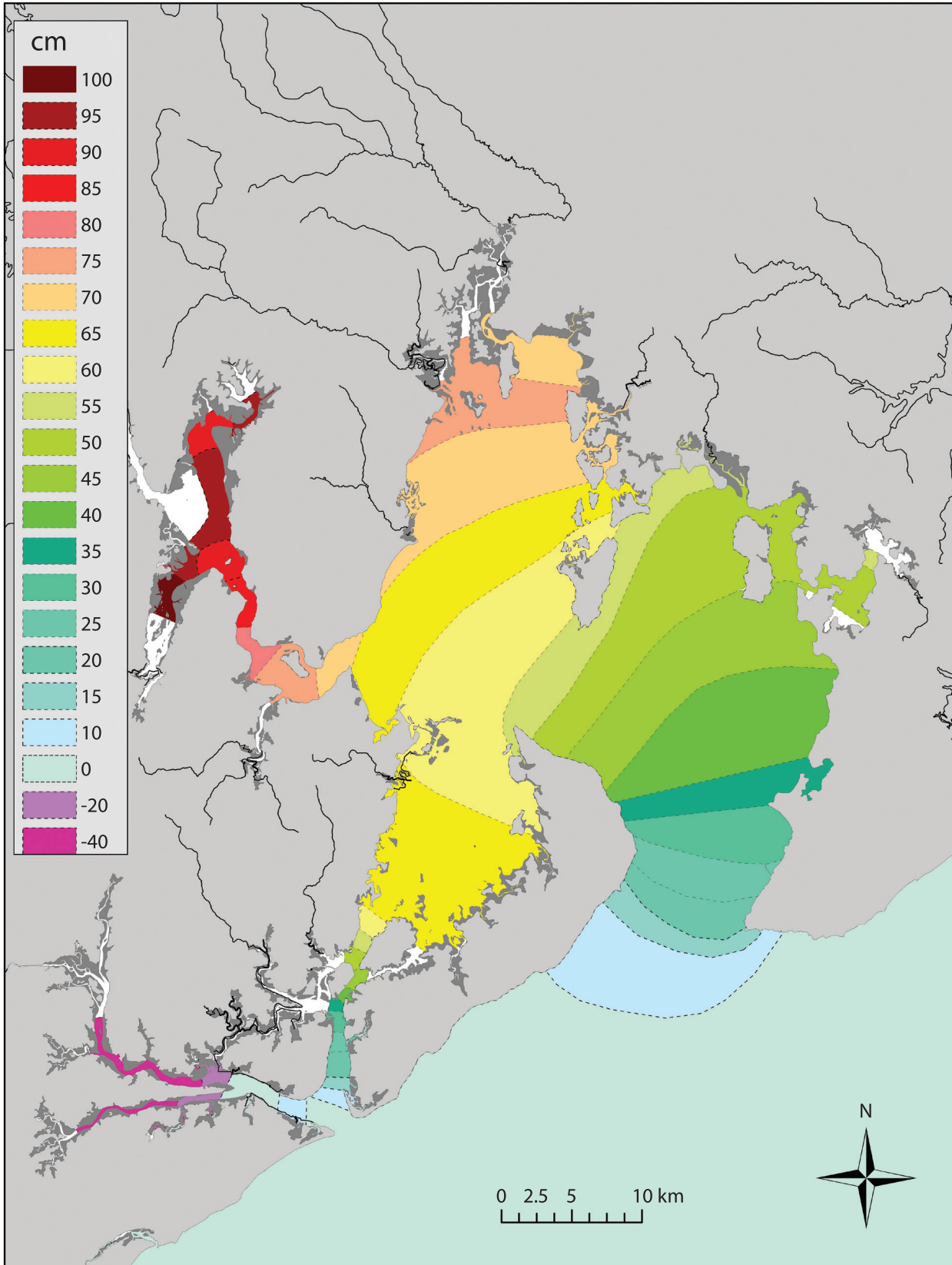
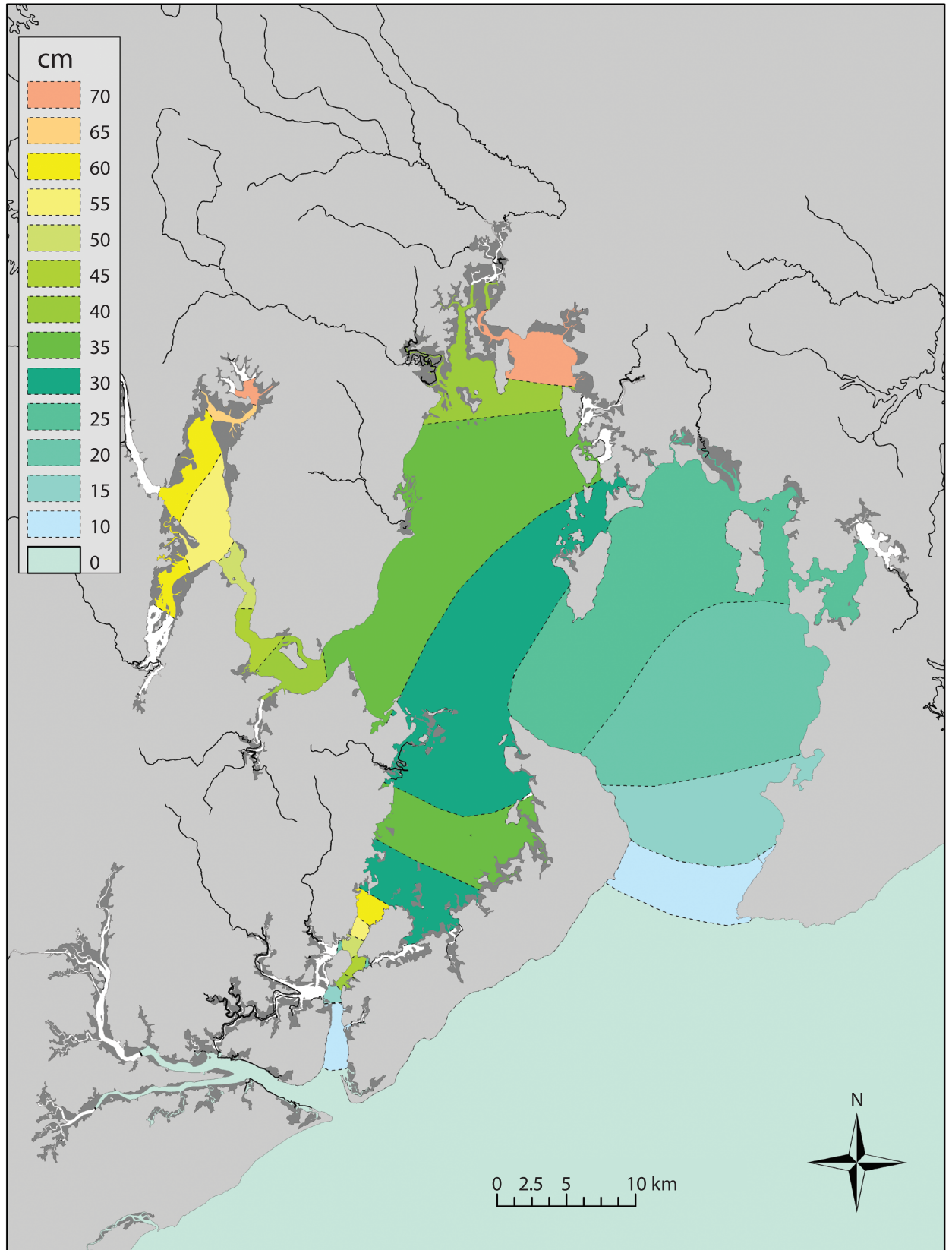



__Figura 11.__
Localização das estações de monitoramento de marés e correntes na BTS. Os números referem-se à numeração das estações adotada pelo CRA (2001).

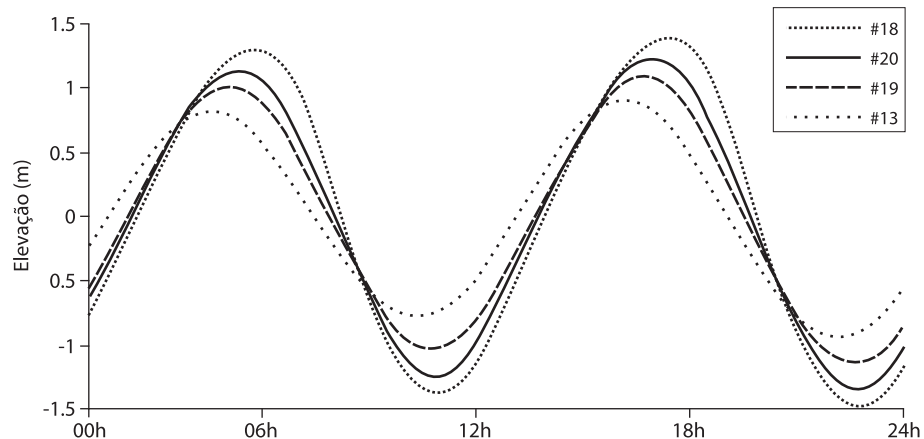
Devido à resolução espacial adotada no modelo, a complexa batimetria do delta fluvial na Baía de Iguape não pode ser adequadamente representada, e desta forma os resultados obtidos pelo modelo numérico para o baixo curso do rio estão comprometidos. No entanto, registros de longo período, obtidos por Genz (2006), mostram que a altura da maré no baixo curso do rio Paraguaçu (estação de Coqueiros, **Figura 1**) é também amplificada em até 1,0 m em relação ao oceano. Porém, de Coqueiros até Cachoeira (**Figura 1**), as marés de sizígia sofrem um amortecimento de cerca de 0,25 m.

__Figura 12. (Página seguinte)__
Variação espacial da amplificação da altura da maré em relação à maré no oceano, de acordo com resultados de simulação numérica. (__a__) Condição de sizígia e (__b__) quadratura. A altura da maré de sizígia no oceano foi de 1,87 m e a de quadratura de 0,98 m. Valores negativos significam que as marés sofrem amortecimento.

a

cm
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
0
-20
-40
0 2.5 5 10 km
N

b

Ao longo do canal de Itaparica ocorre o encontro das duas ondas de maré que se propagam em direções opostas, provenientes de Itaparica, ao norte, e de Cacha Pregos, ao sul. Ambas as ondas sofrem amplificação, alcançando uma altura máxima próximo a Catu, ao norte da Ponte do Funil, onde a amplificação é de aproximadamente 0,65 m em sizígia e 0,60 m em quadratura (**Figura 12**). Como ocorre no baixo curso do rio Paraguaçu, as marés ao longo dos rios Subaé e Jaguaripe sofrem amortecimento em sizígia e amplificação em quadratura.

A distorção da onda de maré na BTS é acentuada em direção aos limites internos da baía, sendo expressa pela diferença de duração das marés de enchente, mais longas, e vazante, mais curtas. O tempo mínimo registrado para a maré de vazante na Baía de Iguape foi de 5 horas, correspondendo a uma maré de enchente com duração de quase 7,5 horas. Como mostram Lessa *et al.* (2001), Xavier (2002) e Cirano e Lessa (2007), a amplitude da primeira sub-harmônica da componente lunar principal M_4, que indica o grau de distorção, aumenta em oito vezes até a Baía de Iguape. As variações de altura e forma, assim como o tempo associado à propagação da maré dentro da baía podem ser melhor visualizados na **Figura 13**, através de registros sincronizados do nível d'água em cinco estações distribuídas entre o oceano (#13) e a Baía de Iguape (#18).

__Figura 13.__
Registro simultâneo da maré no oceano e em três estações dispostas ao longo do eixo longitudinal da BTS (Cirano e Lessa, 2007).

Correntes de maré

Informações sobre a magnitude e a direção das correntes na BTS foram obtidas, pela primeira vez, em 1974 pela DHN, tendo sido analisadas por Lessa *et al.* (2001). Foram analisadas 15 estações distribuídas próximo aos portos de Aratu, Salvador, Madre de Deus e Itaparica. Os registros, não simultâneos, privilegiaram as marés de sizígia, tendo sido executados em intervalos de 1 hora, durante períodos de 1 a 3 dias e em 2, 3 ou 4 níveis de profundidade (referenciados à superfície e sem correção para a variação da maré). A metodologia de coleta e a extensão

da série temporal limitam as análises, sendo possível apenas dizer que o fluxo é unidirecional na coluna d'água; as velocidades máximas mensuradas distribuem-se entre 0,6 m s^{-1} e 1,0 m s^{-1}, ocorrendo próximo a Salvador e ao canal de Madre de Deus; e que os ventos influenciam no fluxo dos primeiro metros da coluna d'água.

O Programa Bahia Azul (CRA, 2001) executou o mais extenso e completo monitoramento do campo de correntes na BTS. O monitoramento compreendeu 15 dias do verão e inverno de 1999, abrangendo 11 estações de fundeio dentro da baía (**Figura 11**). Excetuando-se a ancoragem de um ADCP no fundo do canal de Salvador (estação #8), os fundeios constaram de um ou dois aparelhos, instalados, no primeiro caso, a meia coluna d'água e, no segundo, a 15% e 85% da profundidade local (referenciada ao zero hidrográfico). Os dados foram analisados por Xavier (2002) e Cirano e Lessa (2007). A relação das velocidades médias e máximas registradas em cada estação é apresentada na **Tabela 4**, para os períodos de verão e inverno.

De acordo com Xavier (2002), variações significativas das velocidades ocorrem entre marés de quadratura e sizígia (com correntes 50% mais intensas), mas não entre os períodos de verão e de inverno. As maiores magnitudes foram observadas nos canais de Salvador e Itaparica (estações #8 e #7) e próximo ao canal de Madre de Deus (estação #15). As marés de vazante são caracteristicamente de menor duração e associadas às maiores velocidade de fluxo, principalmente próximo à superfície.

A distribuição aproximada da direção e intensidade máxima das correntes (média na coluna d'água) é apresentada na **Figura 14**, que representa os resultados de fluxo do modelo RMA2-SMS, nos instantes da meia maré vazante e da meia maré enchente, em sizígia. Observa-se que as maiores intensidades de corrente ocorrem na maré vazante e que o fluxo mais vigoroso ocorre ao longo do eixo que conecta o canal de Salvador ao canal de São Roque e ao rio Paraguaçu, com uma segunda área de aceleração do fluxo próxima à embocadura do canal de Itaparica. É interessante observar o ponto de partição da direção das correntes no canal de Itaparica, próximo a Catu, para onde os fluxos de enchente convergem e de onde os fluxos de vazante divergem. Esta região deve coincidir com o limite sul do sistema de circulação associado à porção central da BTS, também identificada por Xavier (2002), e que curiosamente se situa ao norte da Ponte do Funil (**Figura 1**), local normalmente associado ao ponto de segmentação da BTS devido à seção mais estreita do canal.

A comparação das correntes observadas com aquelas previstas, a partir das componentes harmônicas extraídas, mostra que a maré astronômica explica pelo menos 86% da variância das correntes medidas (Cirano e Lessa, 2007). Parte da variância restante pode ser explicada por fluxos inframareais (tanto de origem barotrópica quanto baroclínica) e, como indicado por Xavier (2002), pelo efeito do vento nas camadas mais superficiais da coluna d'água.

a

b

Figura 14.
*Campo de correntes na BTS (**a**) a meia maré vazante e (**b**) a meia maré enchente, em situação de sizígia, de acordo com os resultados do modelo RMA2.*

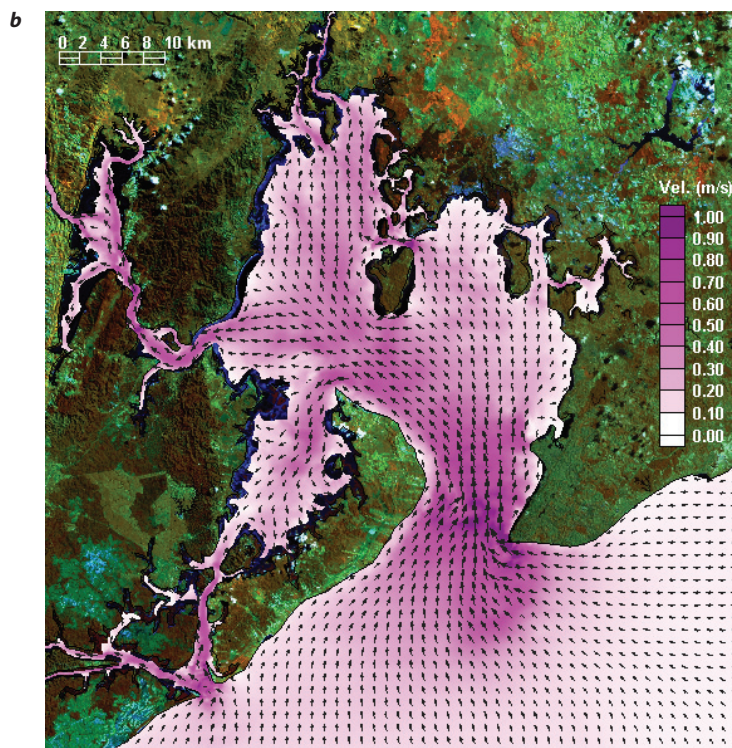
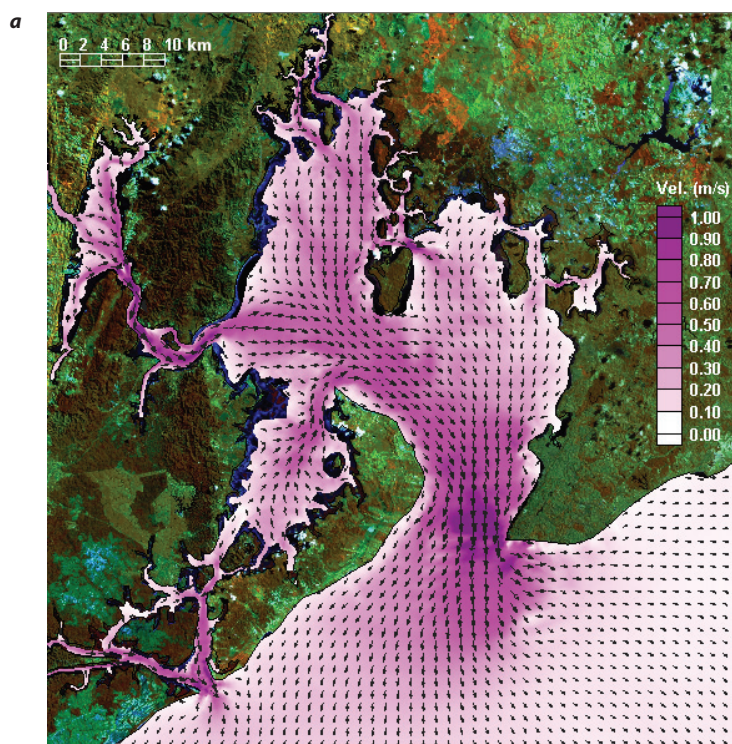



Tabela 4. *Relação das velocidades médias (apenas intensidade) e máximas (intensidade e direção) registradas em cada estação do Programa Bahia Azul, verão e inverno (Xavier, 2002). Ver* ***Figura 11*** *para localização das estações.*

Estação	Velocidades Médias (m s^{-1})				Velocidades Máximas (m s^{-1})							
	Verão		Inverno		Verão				Inverno			
	Superf.	Fundo	Superf.	Fundo	Superf.		Fundo		Superf.		Fundo	
1	0,18	-	0,17	-	0,38	S	-	-	0,34	SSO	-	-
2	0,15	0,18	0,20	0,17	0,32	NNO	0,38	NNO	0,43	SSE	0,39	N
3	0,17	0,19	0,19	0,21	0,40	E	0,41	ESE	0,42	ESE	0,47	ESSE
5	0,27	0,30	0,24	0,27	0,61	SSE	0,64	ESE	0,55	SE	0,60	NO
6	0,11	0,12	0,19	0,13	0,29	S	0,28	S	0,46	NE	0,29	S
7	0,25	0,22	0,25	0,22	0,56	N	0,49	N	0,58	N	0,58	NNE
8	0,50	0,35	0,40	0,45	0,120	NNO	0,79	S	0,89	S	1,05	S
10	0,37	0,29	0,41	-	0,83	ESE	0,86	ESE	0,92	ESE	-	-
15	0,31	0,27	0,35	0,28	0,68	E	0,62	ESE	0,83	ONO	0,63	ONO
16	0,16	-	0,17	-	0,32	SSO/NNE	-	-	0,38	NNE	-	-
17	0,40	-	0,35	-	0,101	S	-	-	0,77	S	-	-

Genz (2006) apresenta os resultados de uma série de monitoramentos de vazão, ao longo de 1 ciclo de maré (sizígia e quadratura), em seções transversais, no canal do São Roque e na Baía de Iguape (**Figura 11**). As velocidades máximas da componente de corrente longitudinal ao canal foram de 1,13 m s^{-1} na estação I, ao sul do canal de São Roque, e de aproximadamente 0,9 m s^{-1} nas demais estações, todas orientadas para vazante. Novamente, a direção do fluxo não variou significativamente na coluna d'água.

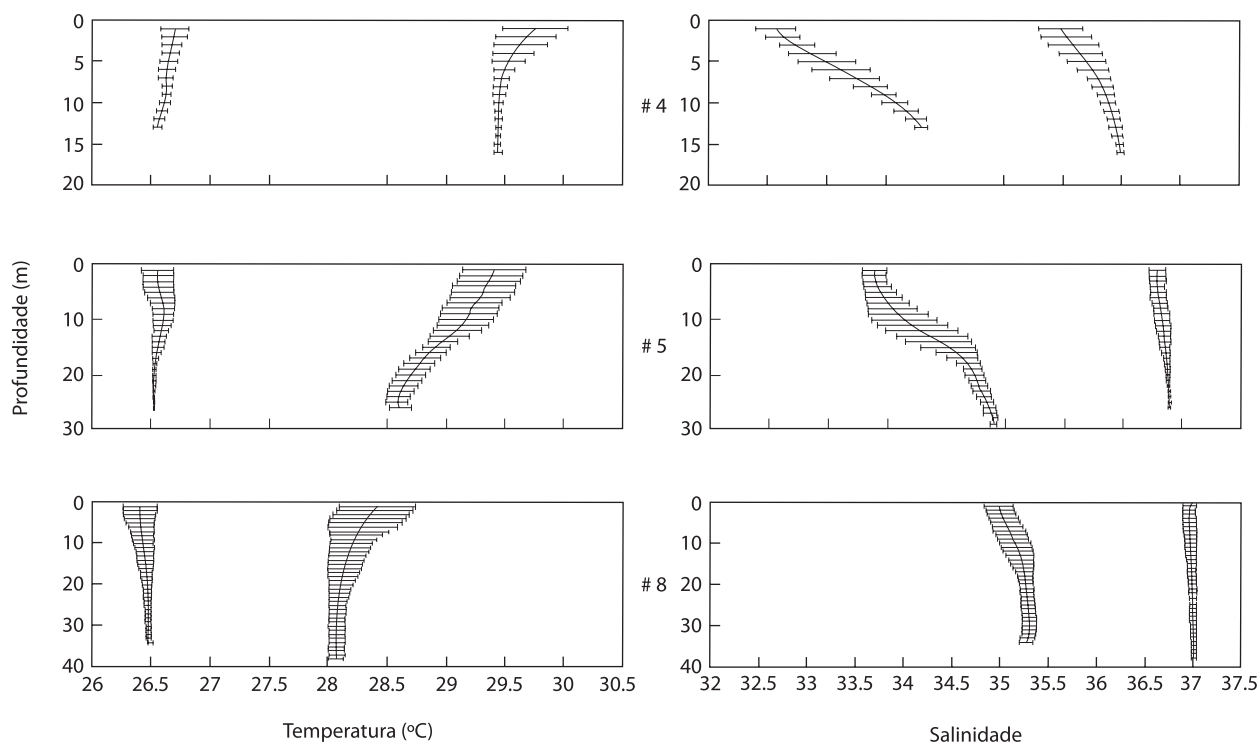
Dois fundeios de ADCP no canal de Cotegipe, executados pela COPPE-UFRJ, entre 12 de novembro e 14 de dezembro de 2002 (estação seca), e entre 14 de junho e 16 de julho de 2003 (estação chuvosa), constituem as mais longas séries temporais do campo de corrente obtidas na BTS. Os fundeios registraram a velocidade em intervalos de 1 m na coluna d'água, a cada 15 minutos. Estas séries foram analisadas por Pereira e Lessa (2009), que relatam que as velocidades máximas da componente de corrente longitudinal ao canal foram de 0,54 m s^{-1} e 0,75 m s^{-1}, respectivamente nas extremidades leste e oeste do canal de Cotegipe, sendo ambas direcionadas para vazante.

Variações nos campos de temperatura, salinidade e densidade

O CRA (2000) realizou perfilagens horárias com CTD, durante treze horas, nas estações de número #1 a #8 (**Figura 11**) em dois dias consecutivos, em marés de quadratura e sizígia, nos meses de janeiro e maio/junho de 1999. Os dados foram analisados por Xavier (2002) e Cirano e Lessa (2007), os quais apontam para o

desenvolvimento de variações horizontais distintas, de temperatura e salinidade, da entrada para o interior da baía. Enquanto os valores de salinidade diminuem gradativamente para o interior, os valores de temperatura aumentam, sendo esta tendência observada tanto no verão quanto no inverno, assim como em marés de sizígia e quadratura. A **Figura 15** expõe estas tendências com o perfil vertical médio de temperatura e salinidade (valores de sizígia e quadratura) no verão e inverno, nas estações #8, #5 e #4 (**Figura 11**), alinhadas com o paleovale do rio Paraguaçu. As maiores variações longitudinais e verticais de temperatura ocorrem no verão. As diferenças verticais foram, no entanto, inferiores a 1 °C em todos os perfis e a maior diferença (situação assinótica) longitudinal, considerando-se todas as estações em uma mesma situação de maré, foi de 3,4 °C. Este valor foi resultado de um máximo de 30,5 °C, à superfície, na estação #1, e um mínimo de 27,1 °C na estação #8 na maré sizígia no verão.

Contrário à temperatura, a salinidade apresentou as maiores variações verticais e longitudinais no inverno, período úmido nas bacias costeiras. A maior diferença vertical de salinidade (valores instantâneos) foi 2,27 na estação #3 (25 m de profundidade) em sizígia, enquanto a diferença vertical do perfil médio foi 0,8. A maior diferença longitudinal de salinidade (situação assinótica), igual a 3, também foi observada em maré de sizígia no verão entre os valores de superfície das estações #1 e #8.

Figura 15.
Variação vertical dos valores médios e dos desvios padrões de temperatura e salinidade em três estações (#8, #5 e #4) alinhadas longitudinalmente à BTS (Cirano e Lessa, 2007).

De acordo com Cirano e Lessa (2007), as diferenças sazonais de salinidade e temperatura na BTS geram a ocorrência de duas massas d'água características: i) a Água Tropical, com temperaturas superiores a 20 °C e salinidade acima de 36 e que adentra a baía nos meses de verão; e ii) a Água Costeira, mais fria e menos salina (salinidades inferiores a 36) que se forma na BTS nos meses de inverno e impede a entrada da Água Tropical.

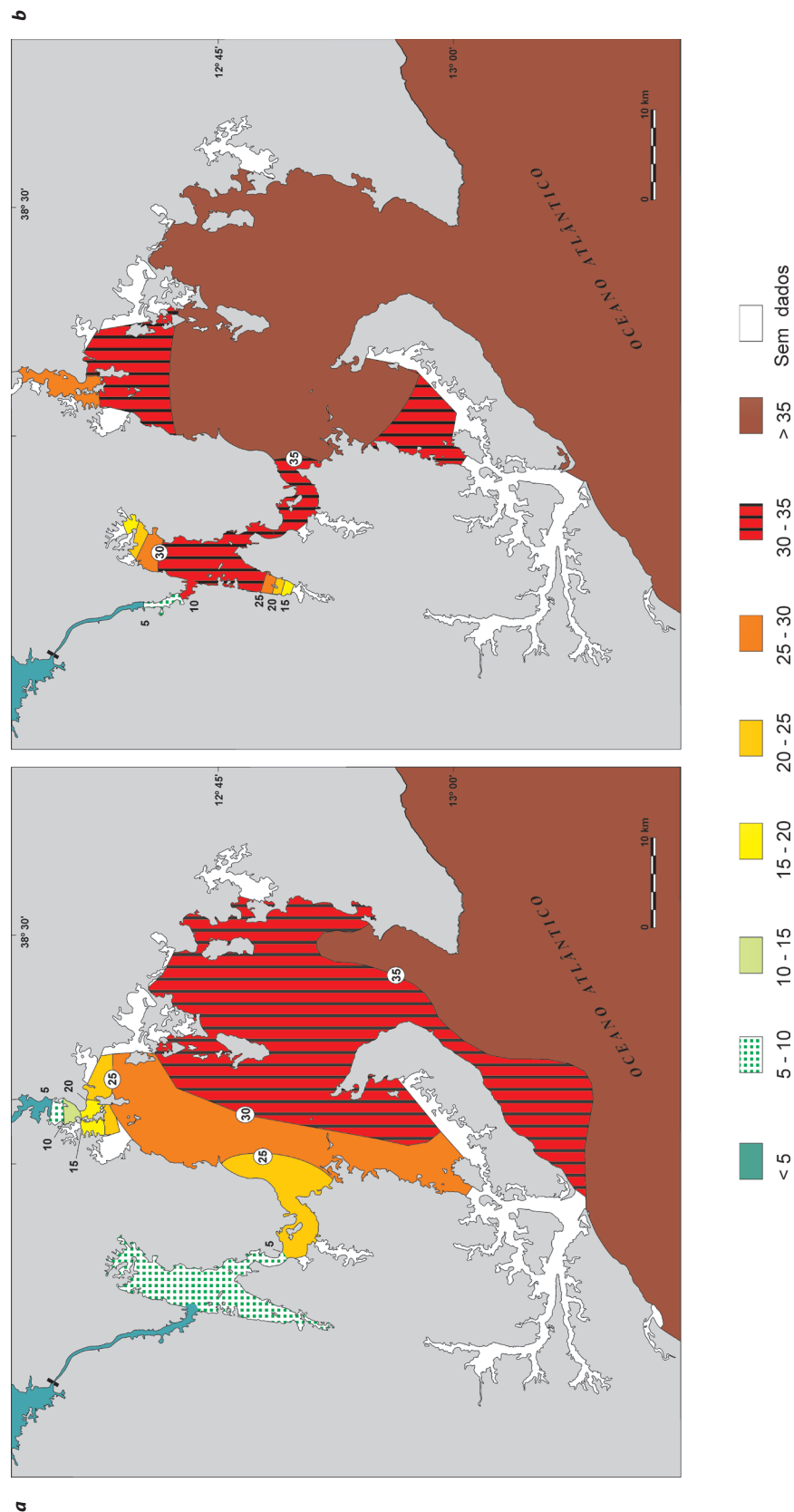
Dados recentes de salinidade obtidos por PETROBRAS/FUNDESPA (2003), PETROBRAS/FUSP (2005), Genz (2006), além de dados inéditos, obtidos pelo Grupo de Pesquisa em Oceanografia Tropical (UFBA) no rio Subaé, foram utilizados para atualizar o mapeamento, realizado por Lima e Lessa (2002), dos valores mínimos de salinidade registrados na metade superior da coluna d'água na BTS. A **Figura 16** mostra tal distribuição junto ao mapa de valores máximos de salinidade registrados em toda a coluna d'água até o momento na baía. Os valores mínimos estão normalmente associados à estação úmida, enquanto que os valores máximos estão comumente associados ao período seco. Subtraindo-se os valores dos dois mapas, observa-se que a amplitude de variação da salinidade registrada até o momento no setor central da baía é em torno de 5, enquanto, nas proximidades dos rios Paraguaçu e Subaé, a amplitude é superior a 10, com valores máximos registrados acima de 30 na Baía de Iguape.

Circulação residual

Variações espaciais na batimetria da baía, canalizando diferenciadamente fluxos de enchente e vazante, e na densidade da água geram direções preferenciais no escoamento residual, ou em frequências submareais, da BTS.

A existência de fluxos residuais com direções contrárias foi sugerida, inicialmente por Lessa *et al.* (2001) no canal de Salvador, com base na existência de deltas arenosos de maré enchente na margem oeste e de maré vazante na margem leste. O desenvolvimento destes depósitos sedimentares seria função da canalização do fluxo de maré vazante ao longo da margem de Salvador (**Figura 14**) e de velocidades de maré enchente relativamente mais fortes ao longo do litoral de Mar Grande.

A circulação residual em todo o domínio da BTS foi extensivamente investigada por Xavier (2002), utilizando um modelo barotrópico da circulação (SisBAHIA) para o cálculo da circulação residual euleriana e lagrangeana, esta última derivada das variações espaciais no campo de velocidade, durante o período de cálculo. A autora analisou diferentes cenários dinâmicos associados à inclusão ou não do cisalhamento eólico e marés meteorológicas. Os resultados (**Figura 17**) indicam zonas de escoamento preferencial de vazante para toda coluna d'água na maior parte da baía, sendo que algumas regiões, com fluxo preferencial de enchente (normalmente menos vigorosos), induziriam à formação de vórtices.

Figura 16.
*Mapeamento dos (**a**) valores mínimos e (**b**) máximos de salinidade registrados na metade superior da coluna d'água na BTS. O mapa não representa uma situação sinótica. Mapa atualizado dos valores mínimos de Lima e Lessa (2002).*

Com base no campo de velocidades obtido a partir de simulações numéricas da circulação e a inclusão de 19.000 partículas de deriva homogeneamente distribuídas no modelo, Xavier (2002) calculou o tempo de residência para toda a área da BTS. Os resultados de uma simulação de três meses, utilizando apenas a variação da maré como condição de contorno, mostra que 93,8% das partículas deixariam a baía ao final deste período, sendo que 73% e 90% destas saíram em até 6 e 12 dias, respectivamente. A simulação de uma situação real da estação seca (janeiro), durante 15 dias, indicou tempos de residência menores (**Figura 18**), com 90% da área da BTS com tempos de residência inferiores a quatro dias. A porção central da BTS teria um tempo de residência inferior a 1,5 dia, sendo que valores extremos, entre 5 e 10 dias, estariam restritos às margens de áreas mais internas, como a região entre as ilhas de Maré e Madre de Deus e o interior da Baía de Iguape. A simulação de situação típica da estação úmida (maio) indicou que o tempo de residência deve ser consideravelmente aumentado nesta estação do ano, já que, após 15 dias de simulação, apenas 13% das partículas (mais próximas às embocaduras) haviam deixado a baía.

Os resultados apresentados por Xavier (2002) para a circulação residual e tempos de residência devem ser vistos com cautela, pois as simulações numéricas não consideraram os gradientes de densidade existentes na BTS, como descrito anteriormente. Monitoramentos independentes de corrente, realizados em diversos locais da BTS e em diferentes épocas (*e.g.* CRA, 2001; Genz, 2006; Pereira e Lessa, 2009), apontam para uma constante estratificação do fluxo, em frequências submareais, em locais com profundidades superiores a aproximadamente 5 metros. Cirano e Lessa (2007), ao analisarem a circulação residual, a partir dos dados do Programa Bahia Azul (CRA, 2001), identificaram a presença de correntes com sentidos opostos no fundo e superfície, no centro da BTS e no canal de Salvador, tanto no período de verão quanto no período de inverno. Pereira e Lessa (2009), analisando dados de ADCP, fundeados por 30 dias nas estações seca e úmida, também identificaram o mesmo padrão de circulação nos dois fundeios instalados pela COPPE/UFRJ no canal de Cotegipe (**Figura 11**). Monitoramentos de vazão, realizados por Genz (2006) no canal de São Roque, indicam uma característica circulação gravitacional no período de quadratura, e registros de corrente, obtidos por PETROBRAS/FUSP (2005), apontam também para a existência de fluxos estacionários estratificados nas regiões mais profundas da enseada da RELAM.

Os dados de corrente, obtidos com um ADCP (CRA, 2001) à saída do canal de Salvador e na plataforma interna (estações #8 e #9 na **Figura 11**), permitem caracterizar bem a estrutura vertical da circulação residual típica do corpo central da BTS (**Figura 19**). Observa-se que os registros apontam para uma estratificação do fluxo residual em todas as campanhas, com exceção da seção #9 na estação seca, onde o fluxo se orientou para oeste em toda a coluna d’água. No canal de

Figura 17.
Padrão da circulação residual lagrangeana (em azul) e euleriana (em vermelho) na área central da BTS, ao final de dois ciclos de maré, sem considerar o cisalhamento eólico. O sentido de rotação dos vórtices residuais é também indicado (modificado de Xavier, 2002).

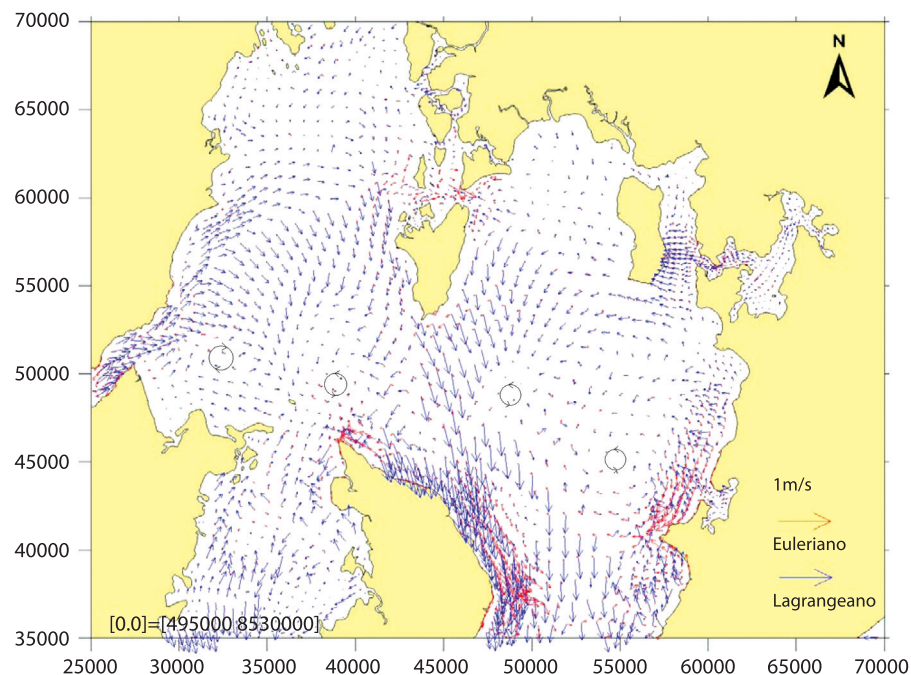
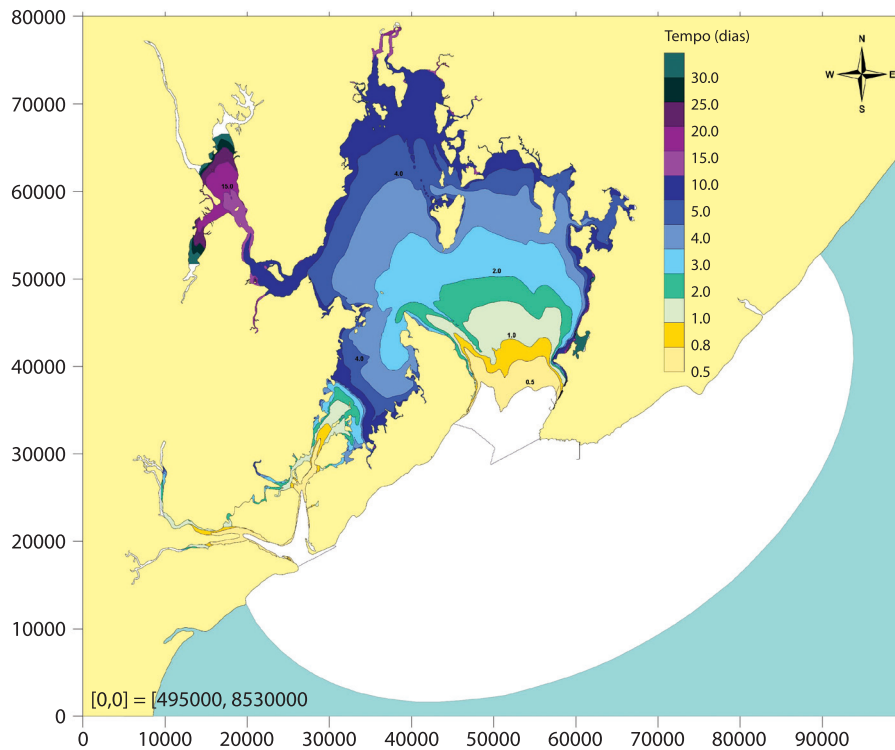



Figura 18.
Zoneamento do tempo de residência na BTS, obtido através de simulação numérica do fluxo em condição de verão (maré e vento), de acordo com Xavier (2002).

Salvador, a estrutura de fluxo estuarino é clássica na estação seca, com correntes estacionárias orientadas para dentro da BTS, na camada inferior da coluna d'água, e direcionadas para o oceano (fluxos positivos), na camada superior, ambas com magnitude máxima ~ 0,05 m s^{-1}. A zona de estratificação localizou-se em média a 12 m de profundidade, mas variou, entre 5 e 15 m, ao longo das duas semanas de monitoramento (**Figura 20**). Nota-se que episódios de aceleração dos fluxos negativos, ou de entrada na BTS junto ao fundo, alternam-se com os fluxos mais fortes de saída pela superfície, os quais tendem a gerar a depressão da zona de estratificação.

O aparente efeito combinado do aumento do gradiente de densidade e dos ventos de sul na estação úmida gerou uma estrutura de fluxo em três camadas, tendo uma camada de fundo (abaixo dos 22 m) se direcionado para dentro da BTS, e uma camada central (entre 22 m e 12 m de profundidade) se direcionado para fora da baía; e a camada mais superficial deslocou-se para dentro da baía, aparentemente pelo efeito do vento. Os valores de velocidade residual junto ao fundo são significativamente altos, excedendo 0,8 m s^{-1}, oscilando junto às variações subinerciais da velocidade do vento (índices de correlação superiores a 0,6). Os elevados valores do fluxo residual comprometeriam a qualidade dos dados, caso a estação #9, distante 5 km a leste da saída do canal de Salvador, não apresentasse estrutura semelhante (**Figura 19b**). Os registros na estação #9 indicam também uma forte estratificação do fluxo, com este se direcionando para a entrada da BTS na metade inferior da coluna d'água. Ocorre, além disso, uma tendência a uma nova estratificação junto à superfície, semelhante ao ocorrido na estação #8. Estes registros ainda precisam ser adequadamente avaliados, mas sugerem a existência de uma situação dinâmica bastante particular à entrada da BTS, no período úmido.

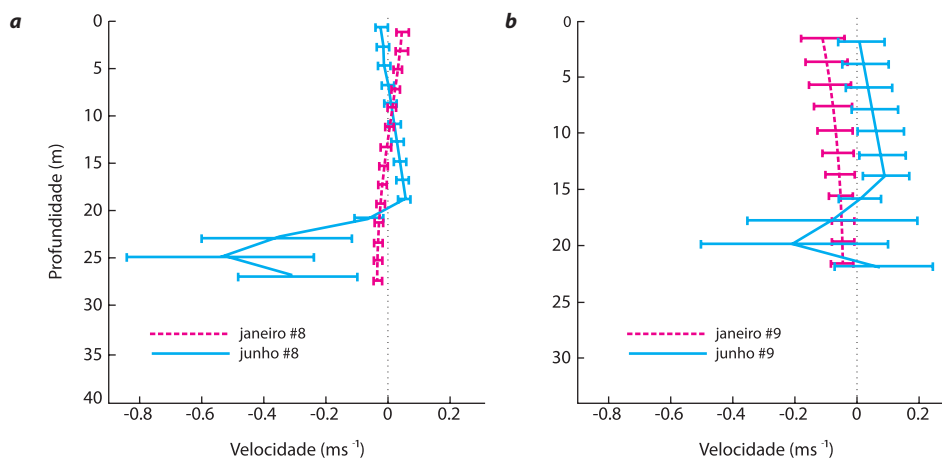
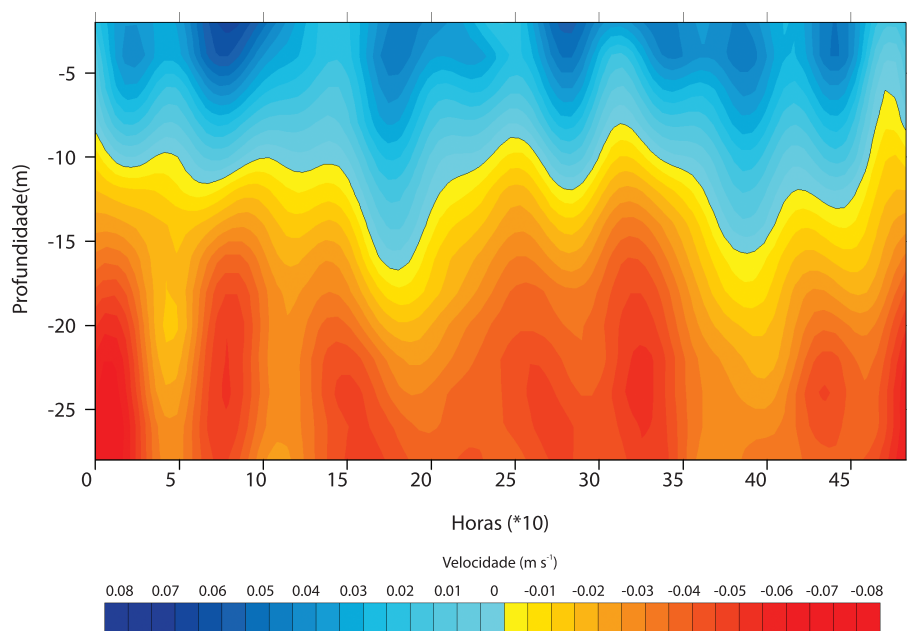



Figura 19.
*Perfis médios (com desvio padrão) da componente da circulação estacionária longitudinal (N-S) ao canal de Salvador (**a**) (estação #8), e paralela (E-O) à costa (**b**) (estação #9), indicando estratificação do fluxo na frequência submareal. Na estação #8, os valores positivos correspondem às velocidades de vazante, e os negativos às velocidades de enchente. Na estação #9, os valores negativos correspondem ao fluxo orientado de E para O, e os valores positivos ao fluxo orientado de O para E. A profundidade local é de 40 m na estação #8 e de 36 m na estação #9.*

__Figura 20.__
Circulação estacionária associada à componente longitudinal da velocidade de corrente no canal de Salvador, entre os dias 9 e 19 de janeiro de 1999. Fluxos positivos (no terço superficial da coluna d'água) direcionados para fora da baía e fluxos negativos (nos dois terços inferiores) direcionados para dentro da baía. A profundidade local é de 36 m.

Subsetores da BTS com características oceanográficas distintas

Canal de São Roque, Baía de Iguape e Rio Paraguaçu

Este setor da BTS é diretamente influenciado pela descarga do rio Paraguaçu via a Barragem Pedra do Cavalo, e apresenta três segmentos distintos: i) o baixo curso do rio Paraguaçu, com 16 km de comprimento e profundidade média 1 m (abaixo do nível de redução hidrográfico); ii) a Baía de Iguape, com área de 76,1 km^2 (57,3% localizada na região intermareal) e profundidades, média e máxima, de respectivamente 1,6 m e 19 m; e iii) o canal de São Roque (também referido como canal do Paraguaçu), o qual com comprimento de 18 km e profundidades, média e máxima, de respectivamente 10 m e 44 m. O prisma de maré deste setor da BTS, relativo ao monitoramento de descarga na seção I (**Figura 11**), e com altura de maré prevista na estação 18 (**Figura 11**) igual a 3,09 m, corresponde a aproximadamente 248.000.000 m^3.

A estrutura termohalina neste setor da BTS foi extensivamente investigada por Genz (2006). De acordo com o autor, este setor apresenta distintas faixas de temperatura no verão e inverno, com médias diferindo em 2 ºC. Enquanto no verão a temperatura oscilou entre 28 ºC e 29,5 °C, no inverno, manteve-se entre 26 ºC e 28 °C. O gradiente vertical de temperatura aumenta em direção ao rio Paraguaçu, com a diferença entre valores de superfície e fundo limitando-se normalmente a

1 ºC no canal de São Roque, e alcançando até 3ºC na Baía de Iguape. Ainda na Baía de Iguape observa-se o aquecimento da água em até 1,5 ºC em marés de quadratura, o que é aparentemente associado às pequenas profundidades na maior parte da baía e à menor capacidade de troca de massas d'água.

Em situações de pequenas descargas da represa (médias diárias de 10 m^3 s^{-1} a 15 m^3 s^{-1}), a coluna d'água é bem misturada ao longo de todo o canal de São Roque, com salinidades acima de 30. A partir da ilha do Francês, no entanto, forma-se um intenso gradiente de salinidade atravessando a Baía de Iguape até a entrada do rio Paraguaçu, onde os valores médios diminuem para 20. Rio acima, apesar da diluição mais efetiva, concentrações mensuráveis de sal podem ser notadas até próximo à cidade de Cachoeira, onde a salinidade de 4, junto ao leito do rio, foi detectada em uma situação de preamar de sizígia (**Figura 21a**).

A coluna d'água torna-se parcialmente misturada com vazões médias diárias de até 650 m^3 s^{-1}. Nesta situação, a água doce ocupa todo o baixo curso do rio, gerando um gradiente acentuado de salinidade entre a Baía de Iguape até o trecho do canal de São Roque abaixo da ilha do Francês. Na baixa-mar, o valor máximo de salinidade próximo da superfície é inferior a 30 em todo o canal de São Roque (**Figura 21b-d**).

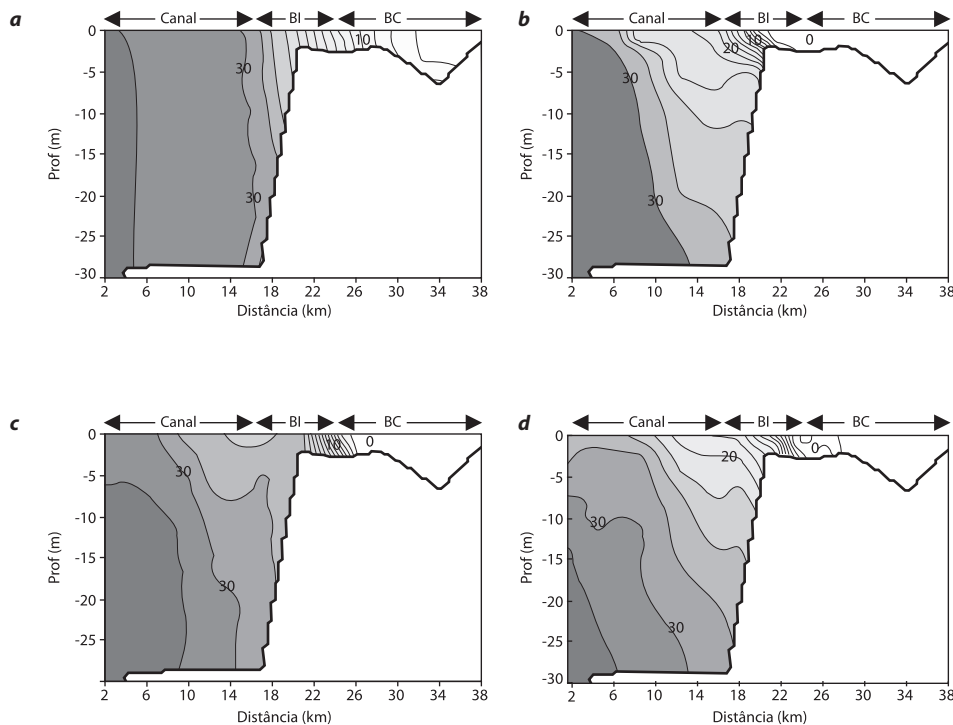
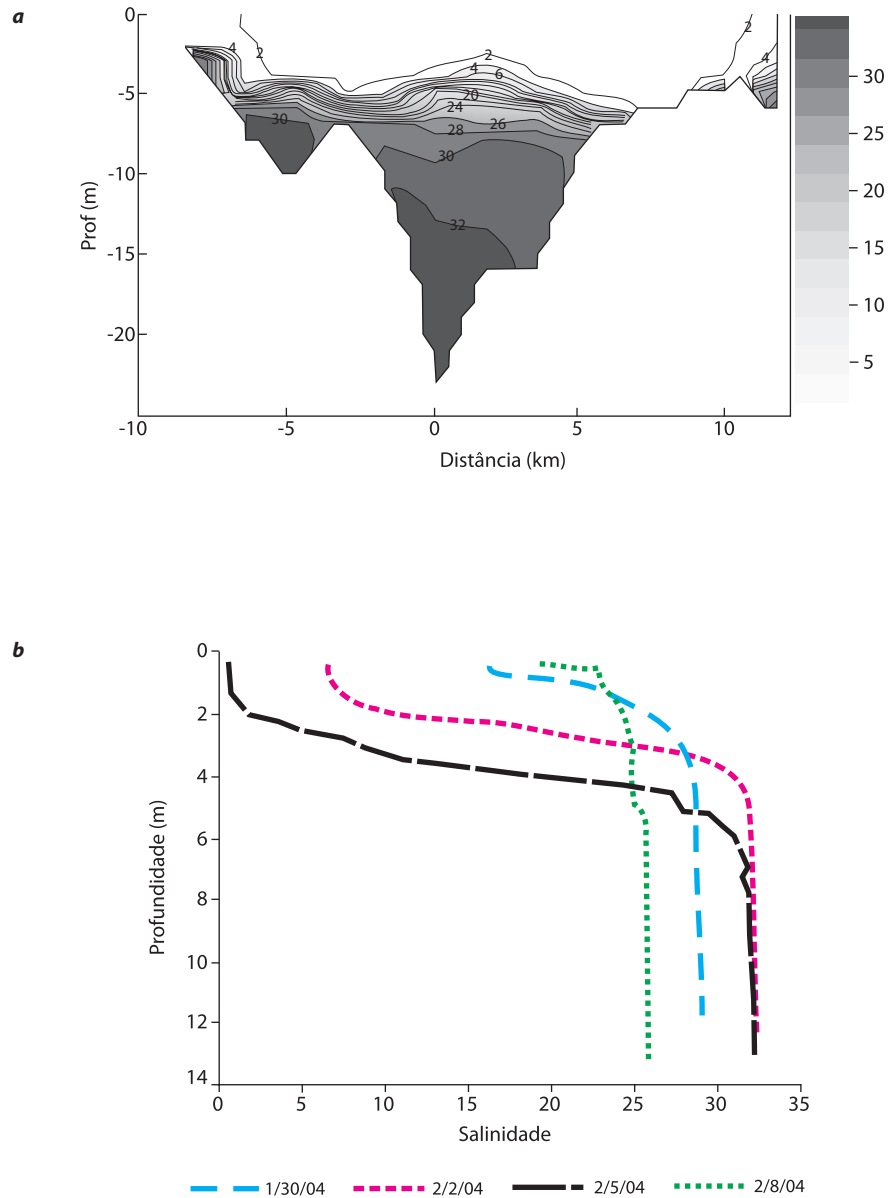



Figura 21.
*Perfis longitudinais de salinidade resultantes do hidrograma de cheia liberado em novembro/2001. Estágio da maré e vazão média diária: (**a**) baixa-mar e 13 m^3 s^{-1}; (**b**) baixa-mar e 402 m^3 s^{-1}; (**c**) preamar e 402 m^3 s^{-1}; (**d**) preamar e 108 m^3 s^{-1} (Genz, 2006). Canal = canal de São Roque; BI = Baía de Iguape; BC = baixo curso do rio.*

Por ocasião de uma cheia significativa (tempo de retorno de 15 anos) em janeiro/2004, quando a barragem verteu 1.500 m^3 s^{-1} por vários dias, uma cunha salina estabeleceu-se no estuário (**Figura 22**, dia 30 de janeiro), com a água doce preenchendo o baixo curso do rio, a Baía de Iguape e uma camada superficial de 5 m de espessura até próximo de São Roque. Nos dias seguintes, com descargas de água doce mantidas acima de 350 m^3 s^{-1} e a aproximação de marés de sizígia, a estratificação foi gradualmente sendo quebrada pela maior capacidade de mistura das correntes.

Figura 22.
*Estrutura do campo de salinidade em perfil longitudinal (SW-NE) na Baía de Iguape, na baixa-mar do dia 30/01/2004, ilustrando a completa estratificação da coluna d'água durante evento de cheia prolongada. (**a**) O quilômetro zero refere-se ao centro da baía, na confluência com o canal de São Roque. (**b**) Evolução do perfil vertical de salinidade na entrada da Baía de Iguape (km 4,5 na figura em a) com vazões liberadas pela barragem Pedra do Cavalo de 341 $m^3.s^{-1}$ (30/1), 384 $m^3.s^{-1}$(2/2), 410 $m^3.s^{-1}$ (5/2) e 236 $m^3.s^{-1}$(8/2) (Genz, 2006).*

Genz *et al.* (2008) estudaram a relação entre intrusão salina e a descarga de água doce no baixo curso do rio, tomando como referência a distribuição da isohalina de 5 durante as baixa-marés em diversas situações de vazão defluente da respresa. A **Figura 23** mostra a curva de melhor ajuste (R^2 = 0,94) para o deslocamento da isohalina de 5 em relação à extremidade leste do canal de São Roque, com expressão matemática dada pela equação:

$$Si = 35{,}85.Q^{-0{,}0861}$$

onde Si = extensão da intrusão salina (km) e Q = vazão ($m^3\ s^{-1}$). A equação indica que o deslocamento da isohalina de 5 até a entrada da Baía de Iguape ocorre com vazão de 66 $m^3\ s^{-1}$. Este é o limite máximo de vazão, sugerido por Genz *et al.* (2008), que deve ser liberado pela represa de Pedra do Cavalo para que as condições de salinidade na Baía de Iguape não sejam demasiadamente alteradas, tanto em relação à vazão mínima natural quanto àquela adotada pela operação anterior à implantação da usina hidrelétrica em 2005.

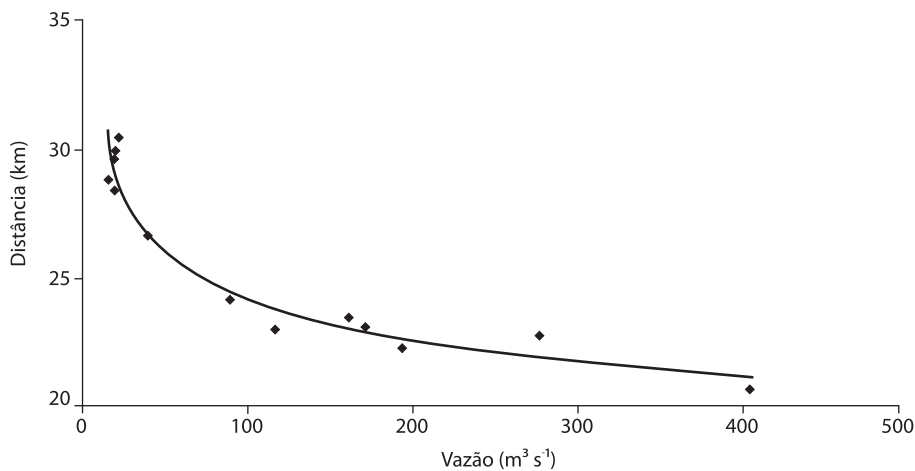



Figura 23.
Relação entre vazão defluente da represa de Pedra do Cavalo e a distância da isohalina de 5 em relação à extremidade leste do Canal de São Roque, em situações de baixa-mar (Genz, 2006).

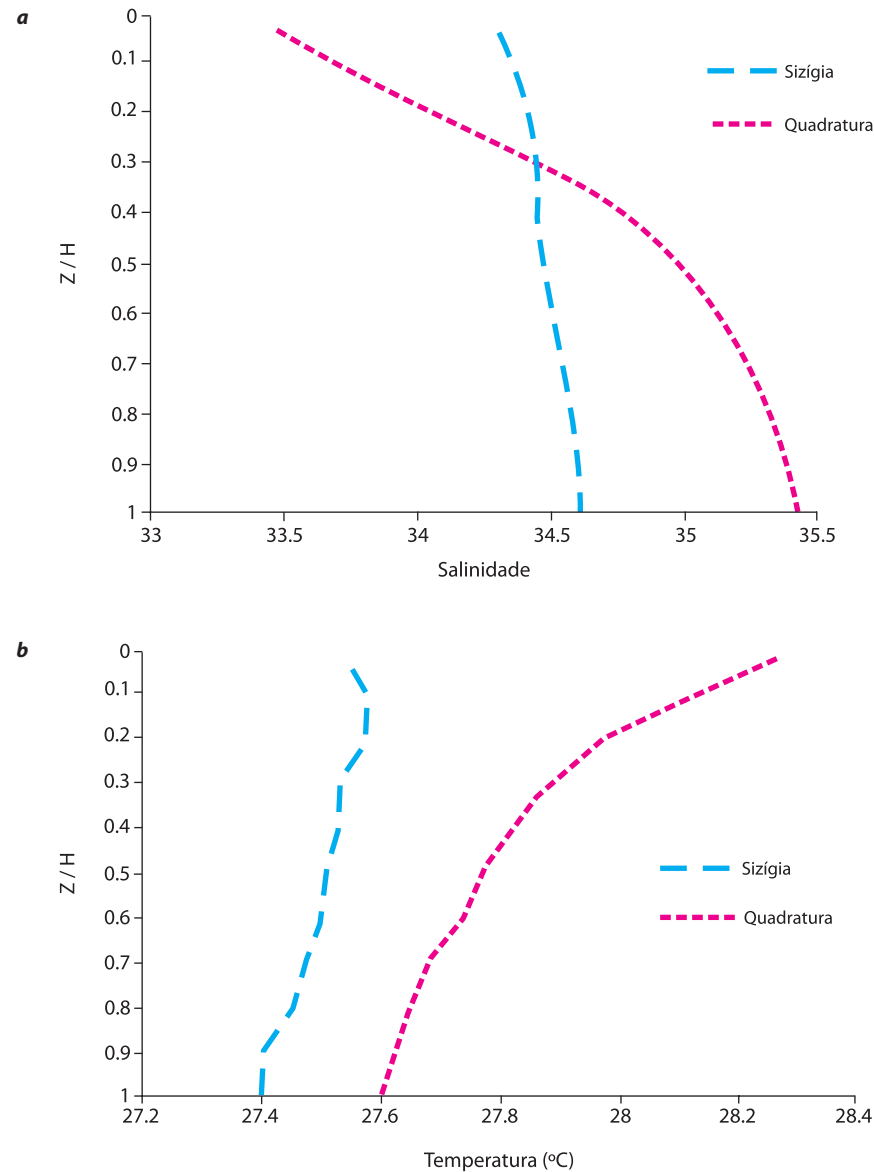
No canal de São Roque aparentemente ocorrem as correntes de maré mais vigorosas na BTS, com velocidades médias de até 2 m s^{-1} nas seções mais estreitas à montante da cidade de São Roque, de acordo com o resultado de simulações numéricas do fluxo. Dados de vazão e propriedades hidrográficas, coletados durante 13 horas de monitoramento no extremo leste do canal de São Roque (seção I, **Figura 11**), englobando marés de sizígia (26/10/2003) e quadratura (02/11/2003), mostram valores máximos de corrente alcançando 1,18 m s^{-1} em marés de vazante em sizígia (Genz, 2006). As velocidades médias de enchente e vazante em quadratura são simétricas, tanto na duração quanto na intensidade (média ~ 0,15 m s^{-1}, máxima ~ 0,30 m s^{-1}), mas se tornam assimétricas em sizígia, com o predomínio dos fluxos de vazante (média 0,53 m s^{-1} e máxima de 0,89 m s^{-1} na vazante e média de –0,41 m s^{-1}

e máxima de –0,60 m s^{-1} na enchente). O prisma de maré medido para uma situação de sizígia, com altura de maré de 3,15 m, foi de 2,48 x 10^8 m^3.

A coluna d'água é bem misturada em marés de sizígia (**Figura 24**), com diferenças máximas de salinidade e temperatura, entre superfície e fundo, de 0,24 e 0,17 °C, respectivamente. A menor energia do fluxo em marés de quadratura causa um menor grau de mistura e maiores diferenças verticais do campo termohalino (**Figura 24**). Diferenças verticais máximas de salinidade e temperatura registradas foram de 1,82 e 0,69 °C. A estrutura das correntes residuais é de fluxo unidirecional em maré de sizígia (orientado para vazante), e estratificado em marés de quadratura

a

b

Figura 24.
*Perfis de (**a**) salinidade e (**b**) temperatura no canal de São Roque – sizígia (26/10/2003) e quadratura (02/11/2003) segundo Genz (2006). Profundidade Z adimensional (0 = superfície; 1 = fundo ~ 33 m).*

(**Figura 25**). Nas marés de quadratura, a menor penetração da água salina estuário acima gera maiores gradientes longitudinais de salinidade, entre a BTS e a Baía de Iguape, e induz à formação de uma circulação gravitacional, com campo de velocidade residual em duas camadas de sentido oposto na vertical (**Figura 25**). É digno de nota que os valores das correntes residuais em marés de sizígia superam em quase três vezes os valores observados no setor central da BTS (< 0,09 m s^{-1}).

No extremo oposto do canal de São Roque, a conexão com a Baía de Iguape ocorre através de dois distintos canais separados pela ilha do Francês (**Figura 26**). A parte central da seção, que divide os dois canais, corresponde ao final do delta

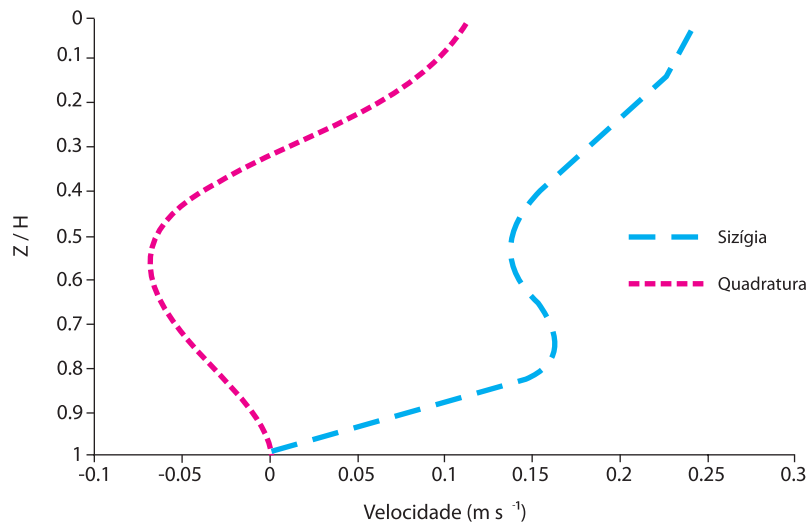



Figura 25.
Perfis de velocidade residual no canal de São Roque – sizígia (26/10/2003) e quadratura (02/11/2003) segundo Genz (2006). Profundidade Z adimensional (0 = superfície; 1 = fundo ~33 m).

do rio, que está inclinado na direção do canal norte, com profundidade entre 8 e 10 m. Na maré de quadratura, as velocidades na vazante e enchente foram de mesma magnitude (média ~ 0,1 m s^{-1} e máxima ~ 0,17 m s^{-1}). Na maré de sizígia, as velocidades foram mais intensas na vazante, atingindo o máximo de 0,58 m s^{-1} (média na seção). A ilha do Francês interfere na distribuição das correntes, gerando áreas de velocidades menores à sua retaguarda (**Figura 26**). Observou-se que o fluxo proveniente do norte da Baía de Iguape, durante a maré vazante de sizígia, cruza com mais intensidade a região central da seção, escoando pelo canal sul. O prisma estimado para a região à montante da seção III (**Figura 11**), com uma altura de maré de 2,73 m (prevista na estação 18), foi de 1,55 x 10^8 m^3.

Os setores norte e sul da Baía de Iguape parecem ter dinâmicas distintas e independentes, especialmente devido à canalização do fluxo do rio Paraguaçu para o setor norte. As velocidades máximas observadas foram de 0,64 m s^{-1} à saída do setor sul (seção IV na **Figura 11**) e de 0,81 m s^{-1} no setor norte (seção V, **Figura 11**) (**Figura 27** e **Figura 28**).

Figura 26.
Campo de velocidade (m s^{-1}) no canal de São Roque, próximo à ilha do Francês – máximo de vazante na maré de quadratura (31/01/2004) (Genz, 2006).

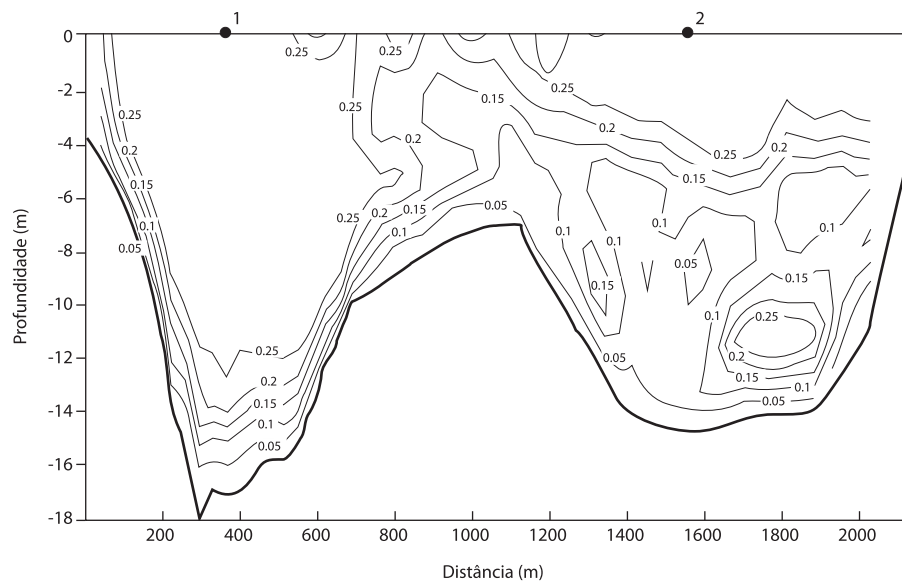



Figura 27.
*Campo de velocidade (m s^{-1}) no setor sul da Baía de Iguape: (**a**) máximo de vazante e (**b**) máximo de enchente – na maré de sizígia (08/02/2004) (Genz, 2006).*

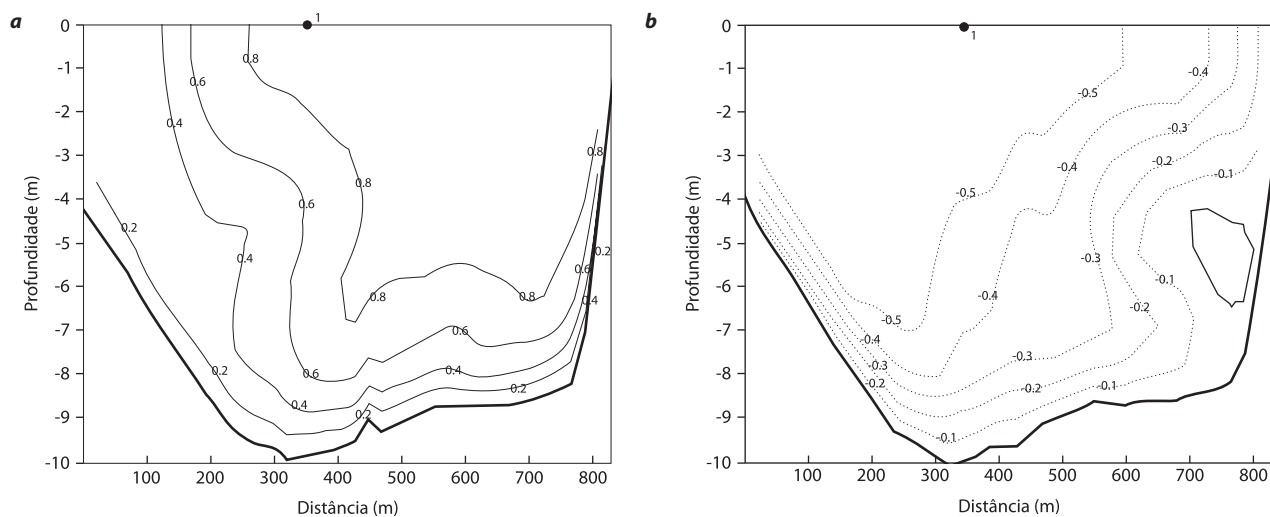
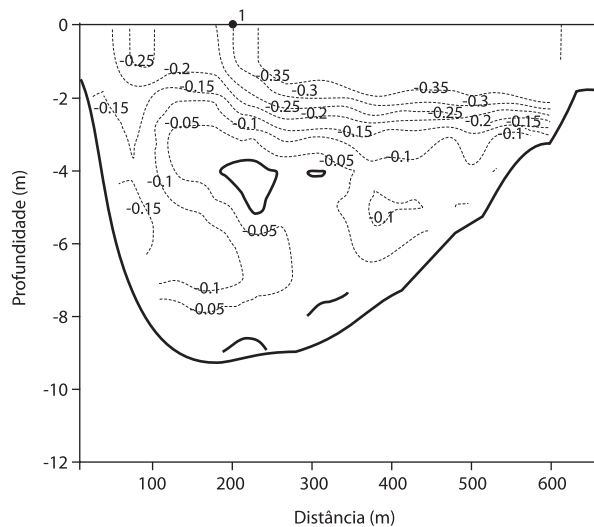



Figura 28.
Campo de velocidade (m s^{-1}) no setor norte da Baía de Iguape, logo após a estofa de vazante – na maré de sizígia (07/02/2004) (Genz, 2006).

No baixo curso do rio, o prisma de maré enchente foi calculado em 12,8 x 10^8 m^3, para uma altura de maré prevista de 2,65 m (estação 18, em 22/05/2005). Nos dois monitoramentos realizados em maré de sizígia, contemplando vazão nula (27/08/2003) e igual a 78 m^3 s^{-1} (22/05/2005), as correntes de vazante no momento de fluxo máximo foram cerca de 20% maiores que as de enchente (0,58 m s^{-1} e -0,47 m s^{-1}, em 22/05/2005). A salinidade e a temperatura apresentaram um perfil vertical bem misturado, mas consideravelmente variado no tempo. Para vazões nulas da barragem, a salinidade oscilou entre 6,7 a 27,1, enquanto, para a vazão de 78 m^3 s^{-1}, esta variou entre 0 e 26, sendo que valores inferiores a 2 ocorreram durante 4 horas do ciclo de maré (Genz, 2006).

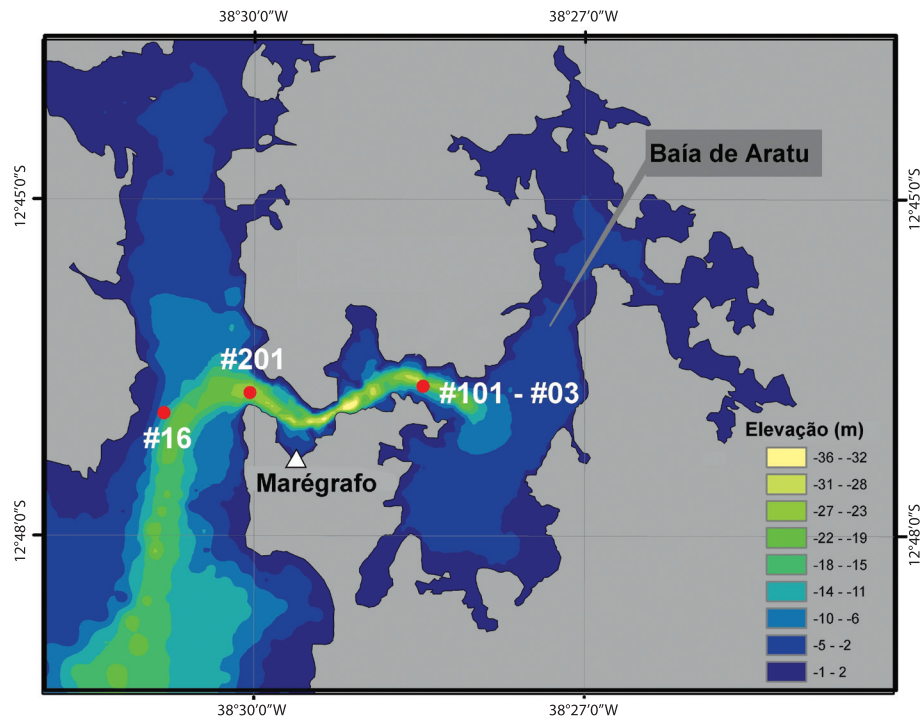
Baía de Aratu

Este setor da BTS, junto à Baía da Ribeira e ao rio Subaé, apresenta grande comprometimento ambiental devido à presença de dois portos (Aratu e Base Naval), dois terminais (Ford e Moinho Dias Branco) e mais de 100 empreendimentos, dos ramos têxtil, mecânico, siderúrgico, agrícola e petroquímico, que se instalaram em suas imediações, nos últimos 60 anos. Uma avaliação recente de hidrodinâmica da Baía de Aratu foi feita por Pereira e Lessa (2009), e seus resultados serão apresentados sumariamente nesta seção, junto a resultados inéditos de simulações numéricas com o modelo RMA2/SMS.

A Baía de Aratu possui uma área de 24,5 km^2, e conecta-se à BTS através do canal de Cotegipe, com 4 km de comprimento. A baía é rasa, com profundidade média de 1,8 m, resultado da grande extensão do estirâncio, que corresponde a 24% da área da baía. A baía é mais rasa do que 5 m em 85% da sua extensão, e

áreas mais profundas do que 10 m estão restritas ao canal de Cotegipe, onde a profundidade máxima é de 40 m (**Figura 29**).

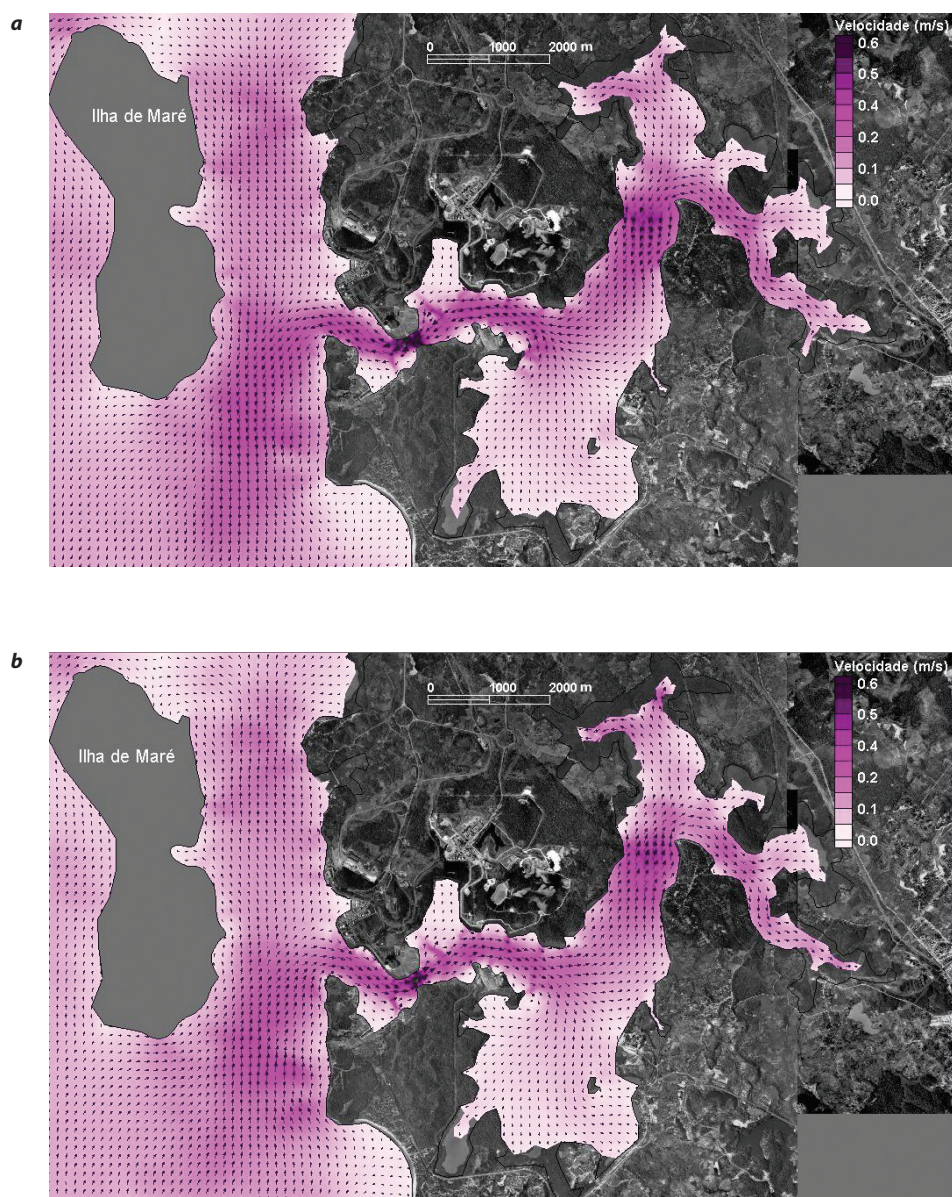
De acordo com o resultado das simulações numéricas, a maré na Baía de Aratu sofre pequenas alterações em relação àquela observada na entrada do canal de Cotegipe, com amplificação no ramo sul da baía de aproximadamente 5 cm em sizígia, e um ligeiro aumento da assimetria, que é caracterizada por uma subida mais lenta do nível d'água. A duração média e máxima do período de enchente, na Base Naval de Aratu (estação de maregrafia na **Figura 29**), é de respectivamente 6,4 horas e 7,5 horas. O prisma de maré, para uma maré de sizígia com 3,36 m à entrada do canal, foi calculado em 7,54 x 10^6 m^3, através da modelagem numérica. Dado que a descarga média de água doce é estimada em 1,65 m^3 s^{-1} (CRA, 2001), o volume de descarga, ao longo de um ciclo de maré, corresponde a menos de 1% do prisma de maré de sizígia equinocial, o que auxilia no estabelecimento de uma coluna d'água bem misturada no interior da baía.

Figura 29.
Batimetria da Baía de Aratu e localização das estações de monitoramento. As estações #3 (CRA, 2001) e #101 (COPPE-UFRJ) estão localizadas no mesmo ponto.

De acordo com os dados obtidos nos fundeios de ADCP executados pela COPPE-UFRJ, em 2003 (estações #101 e #201 na **Figura 29**), a magnitude máxima das correntes, nos extremos leste (#101) e oeste (#201) do canal de Cotegipe, foram de 0,49 m s^{-1} e 0,70 m s^{-1}, respectivamente. Analisando somente a componente da velocidade longitudinal ao canal, as intensidades máximas foram ligeiramente

maiores, 0,54 m s^{-1} e 0,75 m s^{-1} para as mesmas estações, sendo ambas associadas à maré de vazante. A distribuição espacial dos vetores de velocidade em maré de sizígia está exposta na **Figura 30**. Observa-se que velocidades acima de 0,40 m s^{-1} ocorrem ao longo da baía, em direção à sua extremidade norte, e alcançam valores máximos de 0,60 m/s na seção mais estreita do canal de Cotegipe. Neste mesmo ponto, em marés de sizígia equinocial, a velocidade é superior a 1,0 m s^{-1}, de acordo com resultados de modelagem numérica. Novamente, velocidades de vazante chegam a ser 10% mais vigorosas que as de enchente.

Figura 30.
*Distribuição espacial do campo de velocidades na Baía de Aratu (**a**) a meia maré de vazante e (**b**) a meia maré de enchente, em situação de sizígia.*

a

b

A temperatura média da água na entrada da Baía de Aratu (estação #3 na **Figura 29**) é aproximadamente 0,5 ^{o}C mais elevada do que aquela da BTS, tanto na estação seca quanto na estação úmida. As médias em janeiro e junho de 1999 foram respectivamente de 29,4 ^{o}C e 26,9 ^{o}C, com temperatura máxima registrada de 30,5 ^{o}C em janeiro. Diferenças verticais de temperatura não superaram 0,5 ^{o}C.

Contrário à temperatura, o campo de salinidade altera o sentido do gradiente entre os períodos seco e úmido. Na Baía de Aratu, a salinidade é mais elevada em janeiro, com média (37,1), e superior em 0,03 em relação à BTS. Já no período úmido, a salinidade média na Baía de Aratu (33,8) foi 0,07 menor do que a média na BTS. A maior diferença vertical de salinidade foi de 1,3 na estação #3.

A **Figura 31** mostra a distribuição da média dos valores de temperatura, salinidade e densidade na coluna d'água na Baía de Aratu e na BTS em marés de quadratura. Observa-se que a densidade média na BTS foi sempre superior à da Baía de Aratu, mas com menores diferenças na estação seca. Os gradientes horizontais de densidade foram assim quase duas vezes maiores na estação úmida, quando alcançaram 1,5 x 10^{-5} kg m^{-3} m^{-1} . Observa-se ainda na **Figura 31** que as diferenças de salinidade média, entre a BTS e a Baía de Aratu no período seco, foram menores que o desvio padrão, indicando que é possível ocorrer uma inversão do gradiente de densidade, direcionando-se então para a BTS.

A existência de um gradiente de densidade constante, porém com intensidade variável, gera uma circulação estacionária do tipo estuarina no canal de Cotegipe (**Figura 32**), com o mesmo padrão de estratificação observado no canal de Salvador (estação #8, **Figura 20**). A magnitude da circulação estacionária foi aproximadamente 10% das correntes instantâneas, com exceção da camada de superfície, onde os fluxos orientados para vazante alcançaram até 0,21 m s^{-1} na estação #101, no período seco, e 0,13 m s^{-1} na estação #201, no período úmido. Outros modos de circulação, além do padrão estuarino clássico, também foram observados no canal de Cotegipe. Fluxos unidirecionais de enchente e vazante foram registrados na estação #201 no verão, e um padrão estuarino inverso foi rapidamente estabelecido próximo do dia 27 na estação #101 no verão (**Figura 32**).

Esta inversão do padrão estuarino de circulação estacionária está associada ao aumento da densidade da água na Baía de Aratu em relação à BTS, que, como mencionado acima, pode ocorrer nos meses mais secos. Considerando-se as escalas dos ciclos climáticos descritas anteriormente, estes eventos devem ter sua frequência aumentada e diminuída em períodos de 20 anos, e desta forma os processos de troca entre a Baía de Aratu e a BTS podem oscilar na mesma frequência.

A troca de material entre as duas baías pode ocorrer nos padrões de fluxo estratificado e não-estratificado. No primeiro caso, as trocas ocorrem devido à diferença de fase entre as velocidades médias na seção transversal e as concentrações do material, especialmente quando existem assimetrias nos fluxos de enchente e

a

b

c

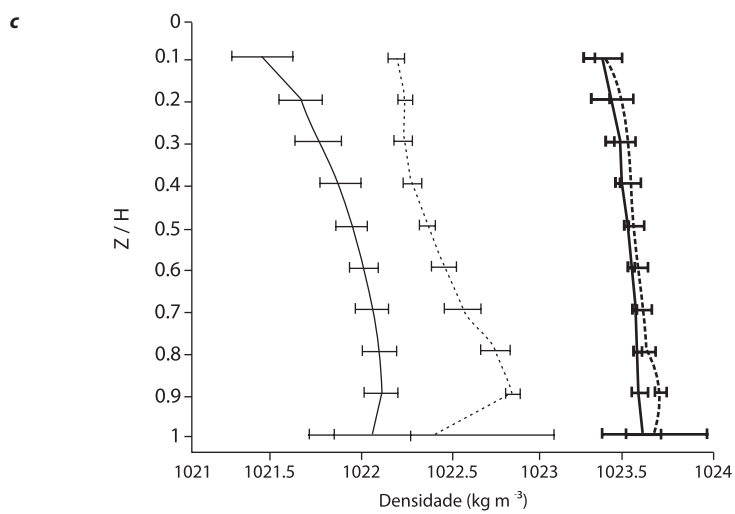
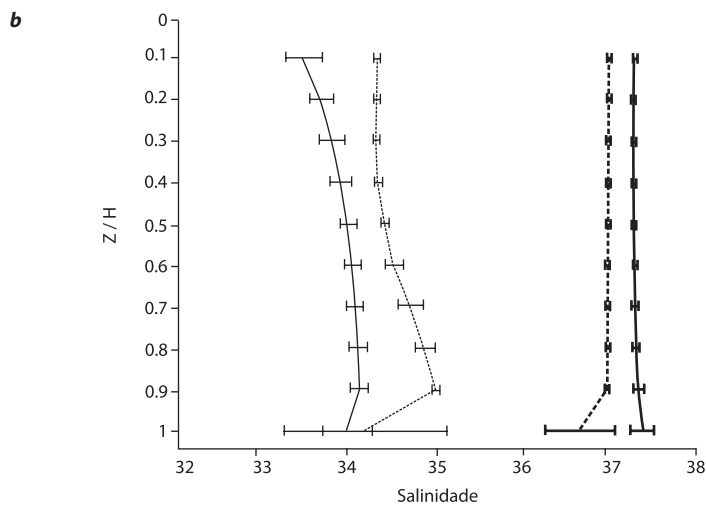
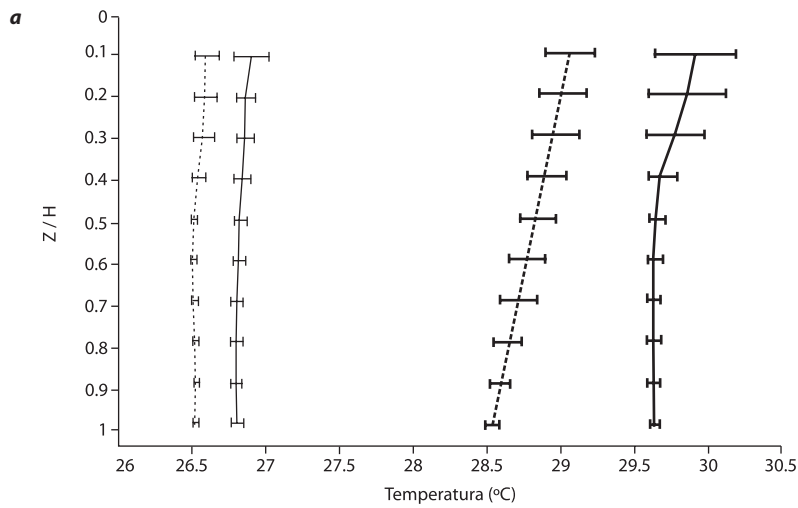
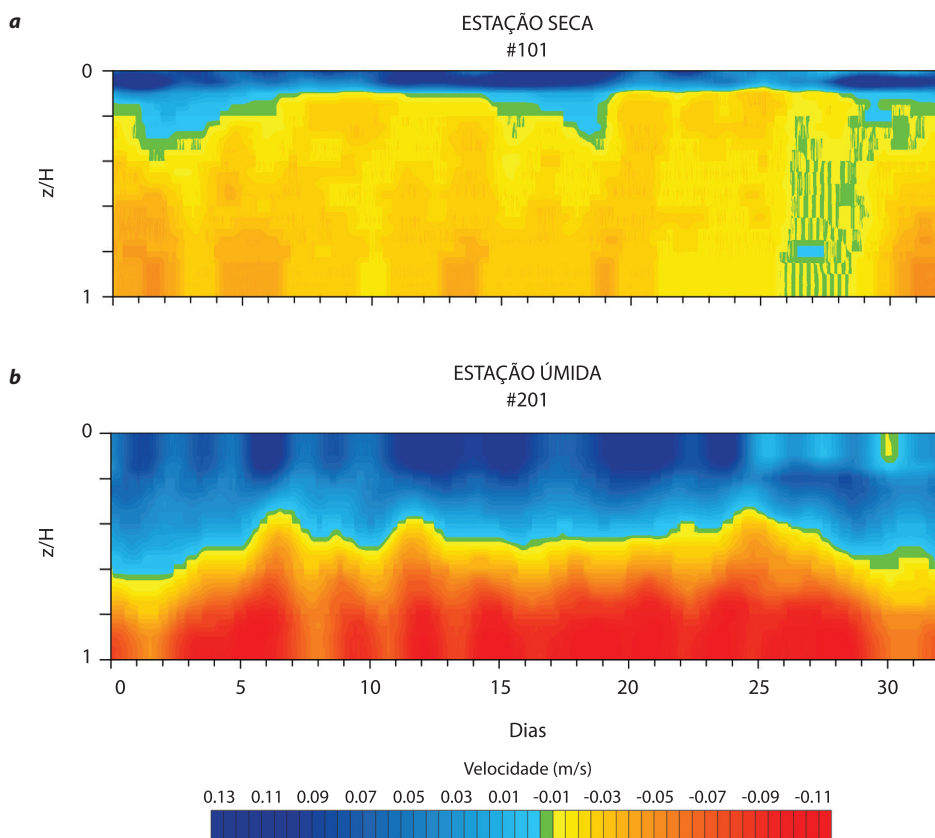



Figura 31.
*Perfis médios de (**a**) temperatura, (**b**) salinidade e (**c**) densidade em marés de quadratura (períodos seco e úmido) na BTS - #16 (linha pontilhada) e na Baía de Aratu - #101 (linha contínua). Linhas grossas (contínuas e pontilhadas) representam estação seca, e as linhas finas a estação úmida (Pereira e Lessa, 2009).*

Figura 32.
*Variação espaço temporal das correntes submareais na (**a**) estação #101, no período seco, e (**b**) na estação #201, no período úmido. Z é a profundidade local, enquanto H é a maior profundidade da estação (~23 m) (modificado de Pereira e Lessa, 2009).*

vazante. No segundo caso, que parece prevalecer no canal de Cotegipe, o transporte resultante de material dependerá de suas concentrações ao longo da coluna d'água. Se estas concentrações forem verticalmente homogêneas, a importação ocorrerá pelo fundo e, a exportação, pela superfície, sendo o balanço final dependente das descargas nos dois níveis. Poggio *et al.* (2005) calcularam o transporte de sedimentos em suspensão no talvegue do canal de Cotegipe, em um ciclo de maré de sizígia, com base no perfil vertical de turbidez obtido com ADCP. Os resultados indicam que a exportação de sedimentos ocorreu próximo à superfície, até uma profundidade correspondente a 40% da coluna d'água. Abaixo deste nível, a importação de sedimentos foi estabelecida. O balanço final, estimado por Poggio *et al.* (2005) para o transporte de sedimentos, foi de uma importação da ordem de 10^{-4} kg s^{-1} m^{-1}.

Conclusões e Considerações Finais

Existe no litoral brasileiro, entre o Estado do Maranhão e o Rio Grande do Sul, 24 baías costeiras com mais de 50 km^2 de área. Dentre elas, a BTS é a segunda maior, a única a apresentar a penetração da Água Tropical em seu interior e a única a possuir uma expressiva extensão de recifes de coral. Estas características advêm do grande volume da baía e de uma descarga de água doce relativamente pequena. Apesar de receber a contribuição da segunda maior bacia hidrográfica do Estado (bacia do rio Paraguaçu), o volume de descarga é pequeno, devido à ocorrência de um clima semiárido já próximo às cabeceiras da baía. Se a BTS fosse completamente esvaziada, a descarga média de água doce (meteórica e fluvial) levaria 746 dias para encher a baía novamente. O mesmo cálculo, feito para as Baías de Camamu (BA), Guanabara (RJ), Paranaguá (PR) e Vitória (ES), fornece os seguintes valores: 235 dias, 216 dias, 180 dias e 52 dias[2], respectivamente.

A menor influência fluvial na BTS, quando comparada às demais baías, é responsável por uma coluna d'água melhor misturada e com menores gradientes verticais de densidade. Esta particularidade foi inicialmente interpretada como um sinal de que os fluxos barotrópicos fossem o motor da circulação, em frequências de maré e submaré. Como relacionado acima, trabalhos recentes mostram que os gradientes longitudinais de densidade e a ação dos ventos contribuem sobremaneira para o escoamento de frequências submareais, que, no entanto, é o ator principal nos processos de troca entre os diferentes segmentos da BTS e entre esta e o oceano.

A BTS possui o que é talvez o mais consistente conjunto de dados oceanográficos de um ambiente estuarino, em todo o litoral brasileiro. Este conjunto de dados, obtido pelo Programa Bahia Azul, foi um marco para os estudos oceanográficos da BTS, e ainda hoje seu potencial de investigação não foi completamente esgotado. No entanto, devido à curta duração das campanhas, não foram obtidas séries de dados longas o suficiente para propiciar a caracterização dos fluxos submareais e a investigação de suas forçantes. A necessidade de monitoramentos oceanográficos de longo prazo não advém somente da curiosidade científica de compreender os processos da circulação no domínio da baía. Questões importantes associadas, por exemplo, ao declínio de estoques pesqueiros e à ocorrência de *blooms* algais requerem um sólido conhecimento da circulação para o estabelecimento de relações de causalidade e compreensão do problema. Neste sentido, existe ainda muito a ser feito para que os mecanismos primários da circulação sejam adequadamente compreendidos.

[2] Os cálculos foram baseados nas publicações dos seguintes autores: Amorim (2005), para a Baía de Camamu; Noemberg *et al.* (2006) e Marone *et al.* (2005), para a Baía de Paranaguá; e Rigo (2004), para Baía de Vitória.

Referências

Amorim, F. N. (2005) **Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco à derrames de óleo**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 191 p.

Bonfim, Cid S.; Carvalho, R. C.; Lessa, G. C. 2003. **Distribuição dos manguezais na Baía de Todos os Santos e seu impacto no balanço hídrico**. In: Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa, 9. Recife/PE.

Cirano, M.; Lessa, G. C. (2007) Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, p. 363-387.

CEPLAB. (1979) **Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia, Centro de Planejamento da Bahia**. Séries Recursos Naturais, Salvador, Bahia, 215p.

Chaves R. R.; Nobre, P. (2004) Interactions between the sea surface temperature over the South Atlantic Ocean and the South Atlantic Convergence Zone. **Geophysical Research Letters**, v. 31, n. L03204, doi:10.1029/2003GL018647.

CRA. (2000) **Saneamento ambiental da Baía de Todos os Santos. Modelamento e avaliação ambiental.** Desenvolvimento de modelos computacionais de circulacãoo hidrodinâmica, de transporte de contaminantes e de qualidade de água da BTS, e elaboração do seu diagnóstico. Relatório dos estudos básicos. Technical Report RT- 257-03-GR-002-RF, 248 p., Centro de Recursos Ambientais, Salvador, Bahia, Brazil.

CRA. (2001) **Saneamento ambiental da Baía de Todos os Santos. Modelamento e avaliação ambiental.** Desenvolvimento de modelos computacionais de circulação hidrodinâmica, de transporte de contaminantes e de qualidade da água da BTS. Prognóstico dos efeitos do Programa Bahia Azul com relação à balneabilidade das praias. Technical Report RT-257-05-MA-003-RF, 262 p., Centro de Recursos Ambientais, Salvador, Bahia, Brazil.

Elliot, A. J. (1976) **A study of the effect of meteorological forcing on the circulation of the Potomac estuary.** Chesapeak Bay Institute, Special Report 56, 32 p.

Gan, M. A. e Kousky, V. E. (1986) Vórtices ciclônicos da alta troposfera no oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 1, p. 19-28.

Genz, F.; Lessa, G. C.; Cirano, M. (2008) Vazão mínima para estuários: um estudo de caso no rio Paraguaçu (BA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 73-82.

Genz, F.; Lessa, G. C.; Cirano, M.; Lima, G. M. P. (2003) As tendências de longo prazo das vazões fluviais no litoral do Estado da Bahia. In: Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa, 9, Recife. **Anais.** CD.

Genz, F. (2006) **Avaliação dos efeitos da Barragem de Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape**. Tese de doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, Brasil, 266 p.

Gonçalvez, N. M. S. (1992) **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador/BA.** Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, 128 p.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). (1992) **Normais Climatológicas – 1961 a 1990**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,155 p.

Kjerfve B. (1994) Coastal lagoon processes. In: B. Kjerfve (Ed.). **Coastal Lagoon Processes**. Elsevier Oceanographic Series, p. 1-7.

Kodama, Y. M. (1993) Large-scale common features of sub-tropical convergence zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ and SACZ). Part II: conditions of circulations for generating the STCZs. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 71, p. 581-610.

Kousky, V. E. (1980) Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **Monthly Weather Review,** v. 108, p. 488-498.

Lessa, G. C.; Dominguez J. M. L.; Bittencourt A. C. S. P.; Brichta, A. (2001) The tides and tidal circulation of Todos os Santos Bay, northeast Brazil: a general characterization. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** v. 73, n. 2, p. 245–261.

Lima, G. M. P. e Lessa, G. C. (2002) The freshwater discharge in Todos os Santos Bay and its significance to the general water circulation. **Revista Pesquisas**. Porto Alegre (RS), v. 28, p. 85-98.

Marone, E.; Machado E. C.; Lopes R.M.; Silva E. T. (2005) Land-ocean fluxes in the Paranaguá Bay estuarine system, Southern Brazil. **Brazilian journal of Oceanography**, v. 53, n. 3/4, p.169-181.

Marques, W. C. e Moller, O. O. (2008) Variabilidade temporal em longo período da descarga fluvial e níveis de água da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 155-164.

Mélice, J. L. e Servain, J. (2003) The tropical Atlantic meridional SST gradient index and its relationships with the SOI, NAO and Southern Ocean. **Climate Dynamics**, v. 20, p. 447-464.

Molion, L. C. B. (2003) Águas do Tocantins para o São Francisco. **Ciência Hoje**, v. 33, p. 58-61.

Molion, L. C. B. e Bernardo, S. O. (2002) Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, p. 1-10.

Montenegro Neto, E. 1998. **Estudo da circulação forçada por ventos e marés na baía de Todos os Santos e plataforma continental adjacente. Simulações**

com o modelo numérico da Universidade de Princeton (POM). Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, Brasil, 128 p.

Noemberg M. A.; Lautert L. F. C.; Araújo, A. D.; Marone, E.; Angelotti, R.; Netto Jr., J. P. B.; Krug, L. A. (2006) Remote Sensing and GIS Integration for Modelling the Paranaguá Estuarine Complex –Brazil. **Journal of Coastal Research SI**, v. 39, p.1627-1631.

Nogués-Paegle, J. e Mo, K. C. (1997) Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Review**, v.125, p. 279-291.

Pekárova P.; Miklánek, P.; Pekár, J. (2003) Spatial and Temporal Runoff Oscillation Analysis of the Main Rivers of the World During the 19th–20th Centuries. **Journal of Hydrology**, v. 274, p. 62-79.

Pereira, M. G. e Lessa, G. C. (2009) Varying patterns of water circulation in Canal de Cotegipe, Baía de Todos os Santos. **Revista Brasileira de Geofísica,** v. 27 (no prelo).

PETROBRAS/FUNDESPA. (2003) **Diagnóstico ambiental marinho da área de influência da Refinaria Landulpho Alves Mataripe** (DAMARLAM). Relatório Final. São Paulo, FUNDESPA.

PETROBRAS/FUSP. (2005) **Programa de monitoramento ambiental do ecossistema estuarino na área de influência da Refinaria Landulpho Alves** (PROMARLAM). Relatório Final. São Paulo, FUSP.

Poggio C. A.; Cardia R. R.; Lessa, G. C. (2005) Caracterização da circulação estuarina durante um ciclo de maré em uma seção da Baía de Aratu (Bahia) In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia**. Anais. Vitória: CBO, 2005, 3p. (digital midia).

Pritchard, D. W. (1952) Salinity distribution and circulation in the Chesapeake Bay estuarine system. **Journal of Marine Research**, v. 11, p.106-123.

Rao, V. B. e Bonatti, J. P. (1987) On the origin of upper tropospheric cyclonic vortices in the South Atlantic ocean and adjoining Brasil during the summer. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 37, p. 11-16.

Rao, V. B.; Lima, M. C.; Franchito, S. H. (1993) Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 6, p. 1754-1763.

Rigo, D. (2004) **Análise do escoamento em regiões estuarinas com manguezais – medições e modelagem na Baía de Vitória, ES**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 156 p.

Robertson, A. W. e Mechoso, C. R. (1998) Interannual and decadal cycles in river flows of Southeastern South America. **Journal of Climate**, v.11, p. 2570-2581.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. (1999) **Balanço Hídrico do Estado da Bahia**. Série Estudos e Pesquisas, v.45, 246 p.

Servain J.; Stricherz, J. N.; Legler, D. M. (1996) **TOGA pseudo-stress atlas 1985-1994**. Volume 1: Tropical Atlantic. Centre ORSTOM, Plouzane, France, 158 p.

Souza Filho, F. A. e Lall, U. (2004) Modelo de previsão de vazões sazonais e interanuais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 9, p. 61-74.

Xavier, A. G. (2002) **Análise hidrodinâmica da Baía de Todos os Santos**. Tese de doutorado, Programa de Pós Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 222 p.

Wolgemuth, K.; Burnett, W.; Moura, P. L. (1981) Oceanography and suspended materials in Todos os Santos Bay. **Revista Brasileira de Geociências**, v.11, p.172-178.

Yamazaki, Y. e Rao, V. B. (1977) Tropical cloudiness over South Atlantic ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 55, p. 205-207.

IV

I. dos frades
Ilha de Maree
I. do medo
Bahia de todolos sã tos
TERRAS DE DO ALVA RO DA COSTA
Cidade do Saluador

Boypeba

I: dos frades

Bahia de
todolos sã
tos

TERRAS
DE DO
ALVA
RODA
COS
TA

I
T
A
P
A
R
I
C
A

Ambiente Pelágico

Rubens Mendes Lopes
June Ferraz Dias
Salvador Airton Gaeta

Introdução

O ambiente pelágico é o compartimento que compreende os ecossistemas aquáticos existentes entre as interfaces água-atmosfera e água-sedimento e abrange toda a extensão da coluna de água, independentemente de sua profundidade. Como todo sistema ecológico, o funcionamento do ambiente pelágico é regulado por interações entre forçantes físicas, geoquímicas e biológicas, de complexidade variável. Parâmetros, como a temperatura da água, a salinidade, o oxigênio dissolvido e a intensidade de luz, atuam, direta ou indiretamente, sobre os organismos pelágicos. Estes, em contrapartida, podem alterar, temporariamente, a disponibilidade dos elementos químicos no ambiente, devido à sua utilização ou liberação por meio de processos metabólicos.

A caracterização e o entendimento da dinâmica do ambiente pelágico dependem de estudos multidisciplinares focalizando a influência de processos hidrodinâmicos (correntes, turbulência, ondas e marés) e de variáveis químicas (nutrientes inorgânicos, contaminantes) sobre a abundância, a distribuição e a produção primária e secundária das comunidades biológicas que compõem este ecossistema, o plâncton e o nécton. O plâncton é constituído por plantas, geralmente microscópicas (fitoplâncton), protozoários e animais de tamanho variável, desde micrômetros até dezenas de centímetros (zooplâncton) e por bactérias (bacterioplâncton). O nécton inclui primariamente os peixes pelágicos, os répteis (sendo as tartarugas marinhas os principais representantes do grupo) e os mamíferos marinhos.

Neste capítulo apresentamos uma síntese sobre a variabilidade espacial e temporal de parâmetros hidroquímicos, do plâncton e da fauna de peixes da BTS, a partir da análise dos resultados de pesquisas multidisciplinares executadas na região.

Estudos sobre o ambiente pelágico da Baía de Todos os Santos (BTS) vêm sendo conduzidos, regularmente, desde meados da década de 1980, seja por iniciativa do então Centro de Recursos Ambientais (CRA), órgão ambiental do Estado da Bahia (atual IMA – Instituto do Meio Ambiente), ou através de projetos contratados pelas indústrias atuantes na região.

O principal objetivo destes estudos tem sido fornecer elementos técnicos para a avaliação dos impactos potenciais e atuais das indústrias e dos núcleos urbanos sobre os ecossistemas aquáticos. A despeito do volume considerável de informações levantadas, ainda há poucas publicações científicas sobre a hidroquímica, o plâncton e a ecologia das comunidades de peixes da BTS.

No caso das comunidades planctônicas, amostradas conjuntamente com parâmetros físico-químicos da água, o primeiro levantamento de grande porte, realizado na BTS, foi executado pela Universidade Federal da Bahia, no âmbito

do “Programa de Monitoramento dos Ecossistemas ao Norte da Baía de Todos os Santos” (projeto ECONORTE), sob demanda da Refinaria Landulpho Alves (RLAM). As campanhas deste projeto se estenderam por dois anos, entre fevereiro de 1994 e dezembro de 1995. A partir de seus resultados, alguns trabalhos sobre hidroquímica e plâncton foram publicados em anos recentes (Mafalda *et al.*, 2003; 2008).

Decorridos quase cinco anos após o término do projeto ECONORTE, foram iniciados, em agosto de 2000, os trabalhos de campo do projeto DAMARLAM (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003). Entre agosto de 2003 e janeiro de 2005 ocorreram as campanhas de outro projeto recente de diagnóstico e monitoramento ambiental da BTS, denominado PROMARLAM (PETROBRAS/FUSP, 2005), no qual também foram executadas coletas de hidroquímica, plâncton e peixes pelágicos. Os dois últimos projetos citados tiveram como foco principal a área de Mataripe.

Estudos com ênfase na integração de informações sobre parâmetros ambientais e biológicos do ambiente pelágico da BTS, ou seja, com a aplicação de uma abordagem minimamente multidisciplinar, como os citados anteriormente, foram executados em diversas oportunidades, desde a década de 1970. Entre estes, destacam-se os levantamentos hidroquímicos conduzidos pelo órgão ambiental do Estado até o final da década de 1990, os quais, entretanto, estão disponíveis apenas sob a forma de laudos de análises. Os resultados de um programa de monitoramento da qualidade da água, baseado em coletas sazonais no ano de 2000, foram disponibilizados sob a forma de um relatório (Estado da Bahia, 2000). Também, sob a coordenação do CRA, foi realizado um diagnóstico da contaminação química, em áreas do interior da BTS consideradas críticas (CRA, 2004), contemplando parâmetros de interesse para a avaliação das características hidroquímicas deste sistema costeiro. As conclusões referentes a esta pesquisa mais recente não diferiram expressivamente daquelas reportadas no relatório já citado (Estado da Bahia, 2000); por este motivo aqui são enfatizados os resultados do primeiro estudo.

Neste capítulo são sintetizados os dados de hidrografia, plâncton e fauna de peixes referentes aos projetos de diagnóstico e monitoramento dos ecossistemas aquáticos e costeiros da BTS, com ênfase nos estudos de melhor resolução espacial e temporal, disponibilizados na forma de artigos científicos ou relatórios completos.

Posicionamento das áreas de amostragem

As áreas de amostragem dos estudos hidroquímicos, de plâncton e sobre a estrutura da comunidade de peixes, nos vários setores da BTS, estão indicados na **Figura 1**. É possível observar que as pesquisas sobre as comunidades biológicas estão fortemente concentradas no setor nordeste da baía, em especial na região de Mataripe.

O projeto ECONORTE compreendeu estudos hidrobiológicos em cinco estações, sendo uma delas considerada como área de controle, localizada na margem oeste da Ilha de Itaparica (**Figura 1**). As coletas foram realizadas em oito campanhas: fevereiro, maio, setembro e dezembro de 1994; e março, junho, setembro e dezembro de 1995.

O projeto DAMARLAM contemplou uma malha amostral com vários perfis localizados na região adjacente a Mataripe, compondo um total de 30 estações regulares e mais duas estações extras, visitadas apenas na primeira campanha. As coletas foram realizadas em quatro ocasiões: inverno 2000 (agosto), verão 2000 (dezembro), inverno 2001 (agosto), verão 2002 (janeiro/fevereiro). Esta malha amostral foi definida a partir da análise dos resultados de estudos anteriores, desenvolvidos na área de lançamento de efluentes da RLAM (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003).

No projeto de avaliação da qualidade das águas costeiras superficiais, realizado pelo CRA (Estado da Bahia, 2000), foi amostrada uma rede de 28 estações, localizadas em diversos setores da BTS, incluindo a Enseada de Tainheiros e a Baía de Aratu, Madre de Deus, a foz do rio Paraguaçu, o canal de Itaparica e os estuários dos rios Subaé e São Paulo. As amostras foram coletadas em dois períodos do ano: maio e agosto de 2000.

As amostras de plâncton e de água para a execução de análises físico-químicas do projeto PROMARLAM (PETROBRAS/FUSP, 2005) foram coletadas em quatro campanhas: inverno 2003 (julho – agosto), verão 2003 (dezembro), inverno 2004 (julho) e verão 2005 (janeiro). No primeiro ano de monitoramento, foram realizadas as seguintes estações por campanha:

10 estações na área adjacente a Mataripe;

12 estações nos rios São Paulo, Caípe e Mataripe; e

4 na região do Caboto, considerada inicialmente como uma área-controle.

No segundo ano de monitoramento, foi acrescentado um transecto perpendicular à linha de costa, em direção à saída da baía, contendo cinco estações, porém contemplando apenas dados hidrográficos (não houve amostragem de plâncton e peixes).

Figura 1.
(Página seguinte)
*Pontos de amostragem dos estudos hidroquímicos, de plâncton e sobre a estrutura da comunidade de peixes, em vários setores da BTS. Os mapas indicam em (**a**) a posição das estações de hidroquímica, plâncton e comunidade de peixes pelágicos e (**b**) a distribuição das estações por projeto.*

Caracterização hidroquímica

No projeto ECONORTE, a malha amostral não seguiu um padrão típico de uma grade de estações oceanográficas. A descrição que se segue é baseada nos valores médios e respectivos mínimos e máximos, observados para cada parâmetro, de acordo com o trabalho de Mafalda *et al*. (2003).

Os valores médios de temperatura e salinidade obtidos ao longo dos dois anos de amostragens do projeto ECONORTE (**Figura 2**) foram típicos de águas

Figura 2.
Variação temporal dos valores médios da temperatura da água (ºC) e da salinidade na BTS, durante 1994-1995 (projeto ECONORTE).

tropicais costeiras submetidas a baixo aporte fluvial. As amplitudes de variação foram de 22 – 30,9 ºC e 28 – 36, respectivamente, para todo o período.

Os valores médios da porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido foram geralmente superiores a 80%, caracterizando condições adequadas para o desenvolvimento de comunidades aeróbicas na baía. A amplitude de variação foi de 73 – 104%, para todo o período.

A transparência da água e o pH variaram sazonalmente em torno de valores médios normalmente encontrados em outros sistemas estuarinos. A amplitude de variação foi de 0,5 – 2,8 m e 6,8 – 8,1, respectivamente.

No caso dos sólidos totais em suspensão, os valores médios das campanhas de fevereiro a setembro de 1994 foram superiores às demais, porém sempre abaixo do limite CONAMA 357/05 para águas classe 5. A amplitude de variação foi de 2,9 – 47,8 mg/L para todo o período.

Os valores médios de amônio e ortofosfato (**Figura 3**) foram superiores aos limites da resolução CONAMA 357/05 em quase todos os períodos amostrados. A amplitude de variação foi de 0,3 – 10,5 µM para o amônio e de 0,2 – 1,2 mg/L para o ortofosfato.

O silicato (**Figura 4**), que não é regulado pela resolução CONAMA 357/05, apresentou valores típicos de águas costeiras e estuarinas, com faixa de variação de 0,4 a 18 mg/L.

Figura 3.
Variação temporal dos valores médios de amônio e ortofosfato na BTS, durante 1994-1995 (projeto ECONORTE).

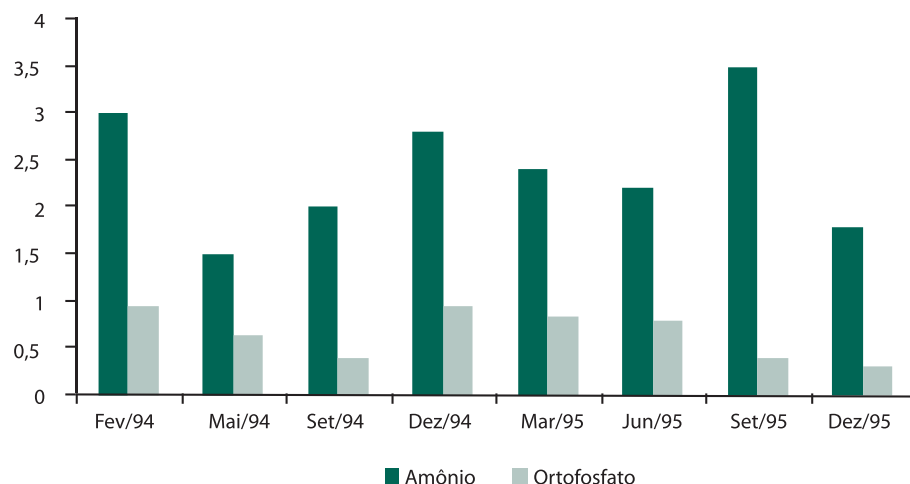
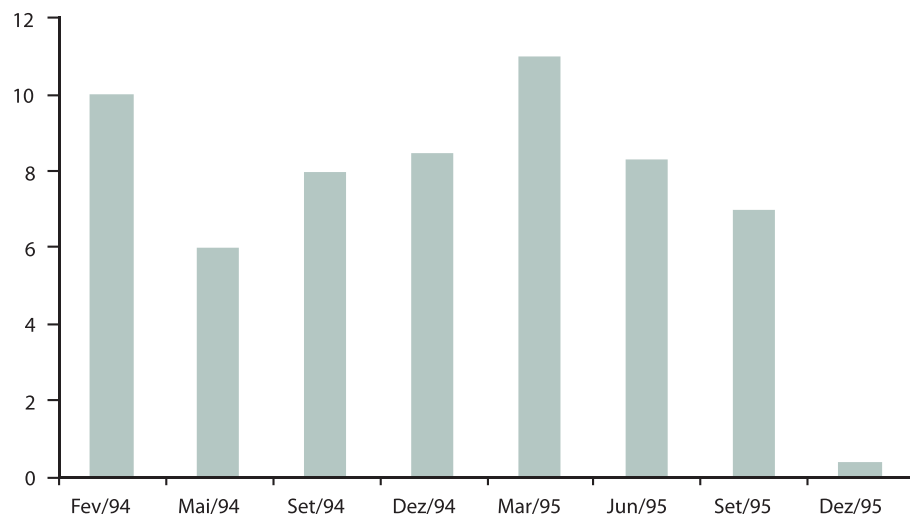



Figura 4.
Variação temporal dos valores médios de silicato (mg L^{-1}) na BTS, durante 1994-1995 (projeto ECONORTE).

O carbono orgânico particulado (COP) teve uma amplitude de variação de 0,68 a 4,2 g/L enquanto a clorofila-a variou de 0,1 a 8,7 µg/L (**Figura 5**); valores também típicos de ambientes costeiros e estuarinos oligo-a mesotróficos.

A variabilidade espacial e temporal da temperatura subsuperficial, da salinidade e do oxigênio dissolvido foi pequena em todas as campanhas dos projetos DAMARLAM e PROMARLAM. Estes parâmetros tiveram amplitude de variação similar à encontrada no projeto ECONORTE (**Figura 2**). O pH apresentou valores típicos para águas estuarinas e marinhas.

As concentrações de nutrientes mantiveram-se na mesma magnitude no projeto PROMARLAM em comparação ao DAMARLAM. A única variável que apresentou neste monitoramento uma tendência nítida de acúmulo, nas estações centrais da área avaliada neste estudo, foi o amônio, entretanto este não foi o caso

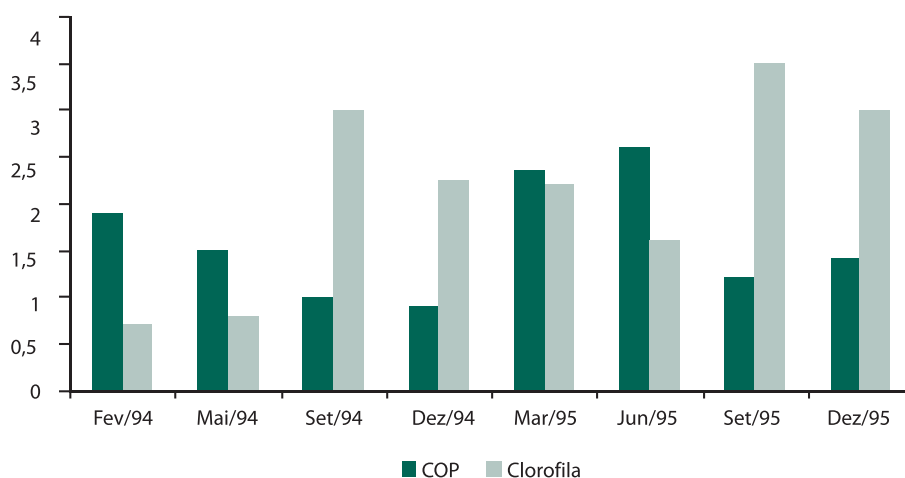
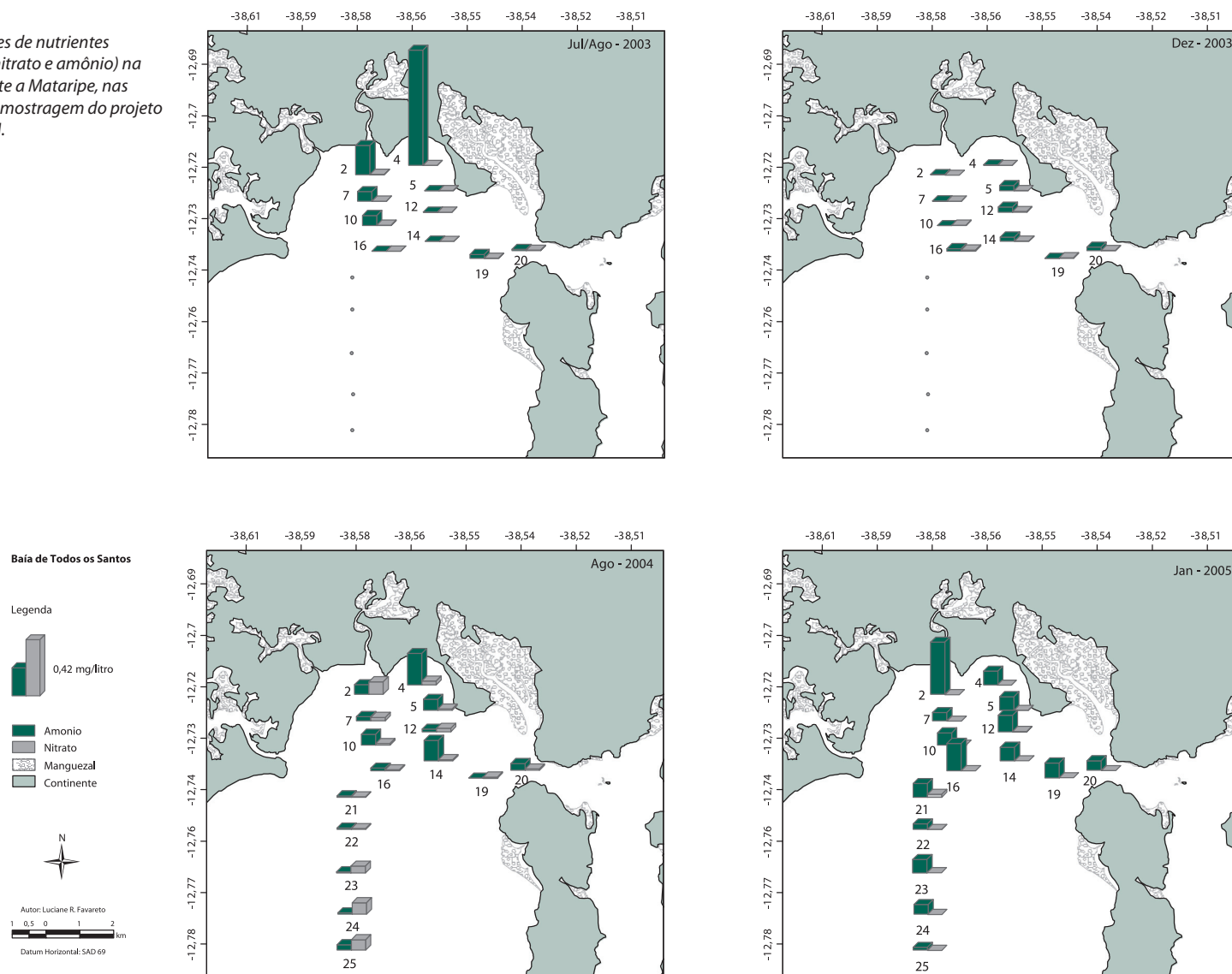



Figura 5.
Variação temporal dos valores médios (mg L^{-1}) de carbono orgânico particulado (COP) e clorofila-a (µg L^{-1}) na BTS, durante 1994-1995 (projeto ECONORTE).

da campanha de dezembro de 2003 (**Figura 6**). Também digno de nota são os valores elevados de nitrato, na campanha de agosto de 2004, nas estações externas do transecto perpendicular à costa, indicando uma eventual influência de águas costeiras ricas neste constituinte. O silicato, embora tenha apresentado valores altos, não teve uma variabilidade espacial e temporal significativa.

Os dados disponíveis de pigmentos fotossintéticos e de material em suspensão no projeto DAMARLAM referem-se apenas à campanha de janeiro/fevereiro de 2002. No caso da clorofila, esta campanha apresentou valores atípicos, com máximo de 49 µg/L próximo a Madre de Deus. Este valor denota condições eutróficas e poderia estar associado a processos de ressuspensão de biomassa vegetal de fundo. No entanto, os dados de material em suspensão para o mesmo ponto não corroboram esta hipótese (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003). Assim, a interpretação mais plausível seria considerar esta elevada concentração de clorofila como resultante de um processo pontual de eutrofização, levando ao florescimento algal. Porém, a razão para este "*bloom*" registrado no DAMARLAM permanece desconhecida e, na realidade, os valores podem até mesmo ser questionados, pois não se encontrou correspondência com os dados de fitoplâncton (vide abaixo). Concentrações similares de clorofila não foram detectadas nas campanhas do projeto PROMARLAM. Nestas ocorreram valores sempre inferiores a 9 µg/L e gradientes espaciais típicos, desde as estações internas até as mais afastadas da linha de costa, de forma similar ao encontrado no projeto ECONORTE. Nas estações onde a clorofila foi mais elevada, observou-se uma tendência para maiores valores nas campanhas de inverno.

A turbidez apresentou gradientes espaciais típicos, tanto no caso do DAMARLAM quanto do PROMARLAM, com diminuição dos valores em direção às estações mais externas da área estudada. A contribuição da drenagem dos rios e de

Figura 6.
Concentrações de nutrientes dissolvidos (nitrato e amônio) na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto PROMARLAM.

processos de ressuspensão em locais rasos é indicada por este parâmetro (**Figura 7**). Por outro lado, os valores de material em suspensão (**Figura 8**) mostraram um padrão espacial mais homogêneo em todo o setor.

Plâncton

O estudo pioneiro realizado sobre a distribuição do plâncton na BTS, contemplando a análise de covariáveis ambientais básicas, foi o de Santos (1973). Apenas durante o projeto ECONORTE foram executadas novas análises sobre o plâncton da região, seguido pelo projeto DAMARLAM. Os resultados para o zooplâncton e o ictioplâncton destes projetos foram similares aos projetos mais recentes, DAMARLAM e PROMARLAM e, por isso, o texto que se segue é baseado primariamente nestes últimos. Com relação ao fitoplâncton, os dados do projeto ECONORTE podem ser considerados parciais, pois foram baseados em métodos de coleta não quantitativos para toda a comunidade.

Figura 7.
Valores de turbidez (NTU) na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto PROMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.

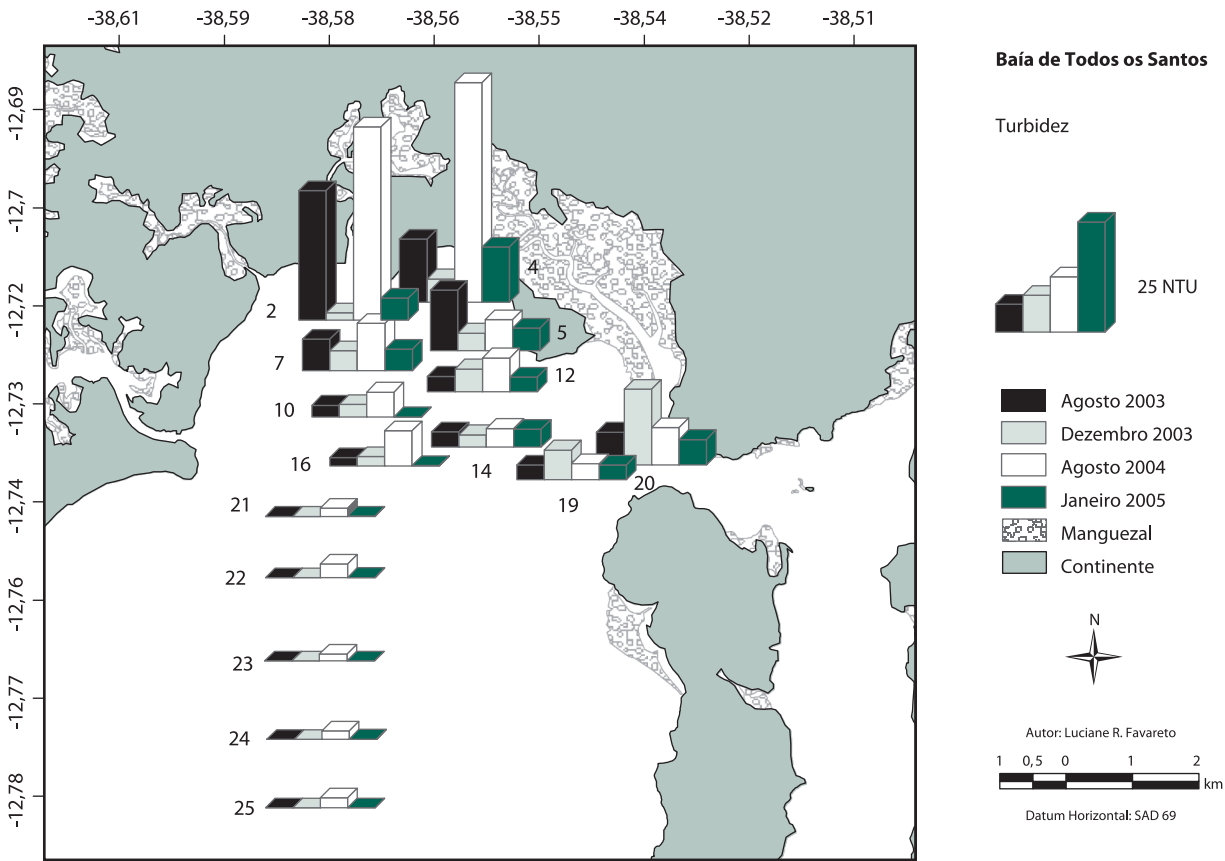
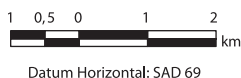
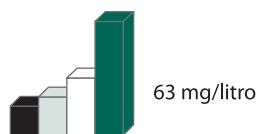
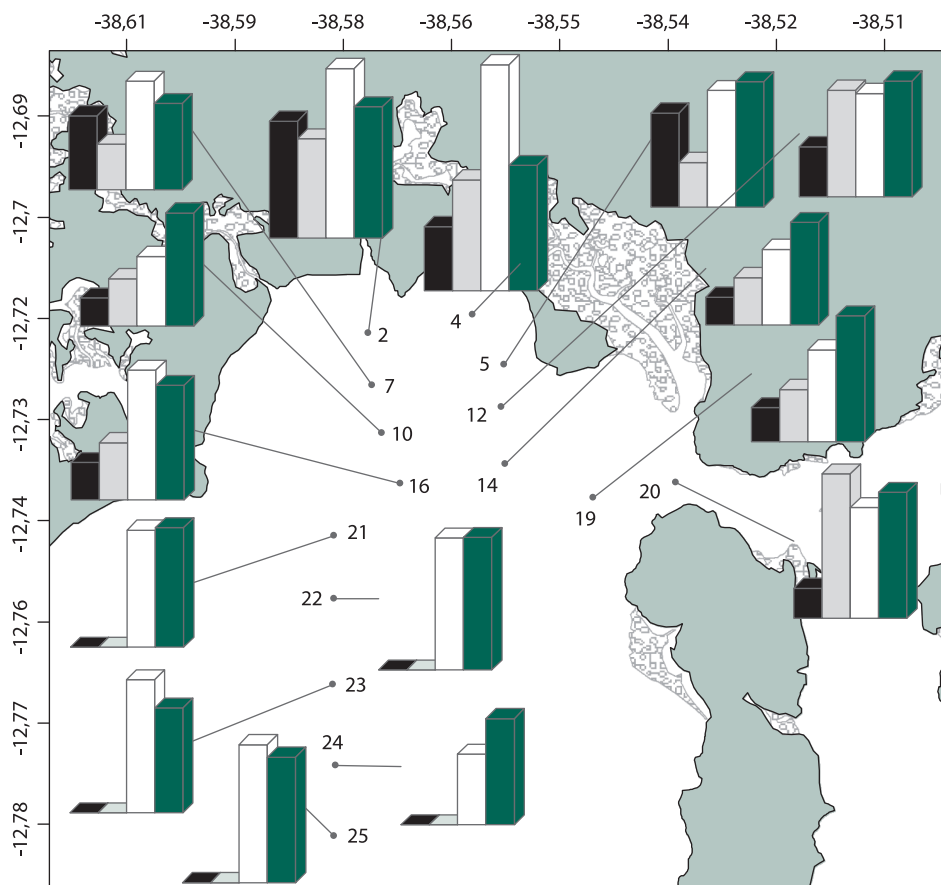



Figura 8.
Concentrações de material em suspensão (mg L^{-1}) na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto PROMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.

No projeto DAMARLAM, o fitoplâncton foi dominado por fitoflagelados do nano-e picoplâncton, que compuseram mais de 90% do total de organismos, padrão este modificado apenas em algumas estações na campanha de julho de 2001. As densidades numéricas máximas do fitoplâncton permaneceram entre 2000 e 12000 org mL^{-1}, com maior variabilidade entre as campanhas do projeto DAMARLAM, devido aos picos observados em dezembro de 2000, especialmente no setor oeste da área de estudo. O fitoplâncton total não apresentou diferenças nítidas entre as estações internas e externas da área de estudo, exceto durante a campanha citada, quando as concentrações foram altas junto à costa nos setores norte e oeste, embora com sinais de elevação também em estações centrais. Nas campanhas do projeto PROMARLAM, a análise da distribuição espacial do fitoplâncton foi dificultada pelo pequeno número de pontos amostrados, porém os dados disponíveis confirmam a variabilidade relativamente pequena na densidade total desta comunidade.

As diatomáceas (Bacillariophyta) foram o grupo subdominante do fitoplâncton, tanto nas amostragens do DAMARLAM quanto nas do PROMARLAM. Na campanha de julho de 2001 superaram os valores de fitoflagelados em algumas estações, conforme destacado anteriormente (**Figura 9**). Comparados a outros grupos fitoplanctônicos, as diatomáceas foram sempre mais abundantes nos meses de inverno, em ambos os estudos. Foi observada certa variabilidade numérica entre as estações de coleta, mas assim como notado para o fitoplâncton total, as diatomáceas não apresentaram gradientes espaciais recorrentes entre as campanhas.

Foi também registrada a ocorrência de outros táxons subdominantes (**Figura 10**): Dinophyceae (dinoflagelados) e Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos). Cianobactérias, clorofíceas e cromófitas tiveram uma participação marginal na abundância deste conjunto. Estes grupos foram mais numerosos nos meses de verão. Com exceção da campanha de agosto de 2000 e de algumas estações na campanha de julho de 2001, os cocolitoforídeos foram sempre dominantes sobre os dinoflagelados, em termos de densidade. É interessante notar que as maiores abundâncias destes dois grupos estiveram associadas, tanto às estações de maior profundidade, no centro da área estudada, quanto no setor leste da área, influenciadas pelo aporte da região do Caboto. Entretanto, novamente não é possível interpretar estas tendências de distribuição como expressões de um padrão definido, pois também ocorreram picos isolados em outros setores, como nas estações internas.

De uma maneira geral, os resultados dos projetos DAMARLAM e PROMARLAM não indicaram uma situação de vulnerabilidade ou sensibilidade da comunidade fitoplanctônica a eventuais aportes de contaminantes de origem industrial. No entanto, as altas concentrações de clorofila, registradas na campanha de janeiro/fevereiro de 2002, merecem atenção quanto ao entendimento dos fatores causais, provavelmente relacionados ao aporte de esgotos urbanos.

A comparação da distribuição espacial e temporal do zooplâncton na área adjacente a Mataripe, entre os projetos DAMARLAM e PROMARLAM, é prejudicada pelo fato de que, no primeiro, as coletas não terem sido executadas com o fluxômetro instalado na rede, o que impossibilitou o cálculo do volume filtrado e, consequentemente, da densidade de organismos. Os dados de zooplâncton do projeto DAMARLAM devem ser tratados como de âmbito semiquantitativo apenas, pois, embora expressem adequadamente a quantidade de organismos por amostra, o volume de água filtrado para a retenção do plâncton foi muito provavelmente inconstante em cada arrasto. As informações obtidas são úteis para a avaliação da composição taxonômica e da proporcionalidade das concentrações de cada táxon por amostra, mas não para determinar as tendências de variabilidade espacial do zooplâncton na área de estudo.

Figura 9. *Concentrações de diatomáceas (Bacillariophyta) comparadas a outros grupos do fitoplâncton, exceto fitoflagelados, na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto DAMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.*

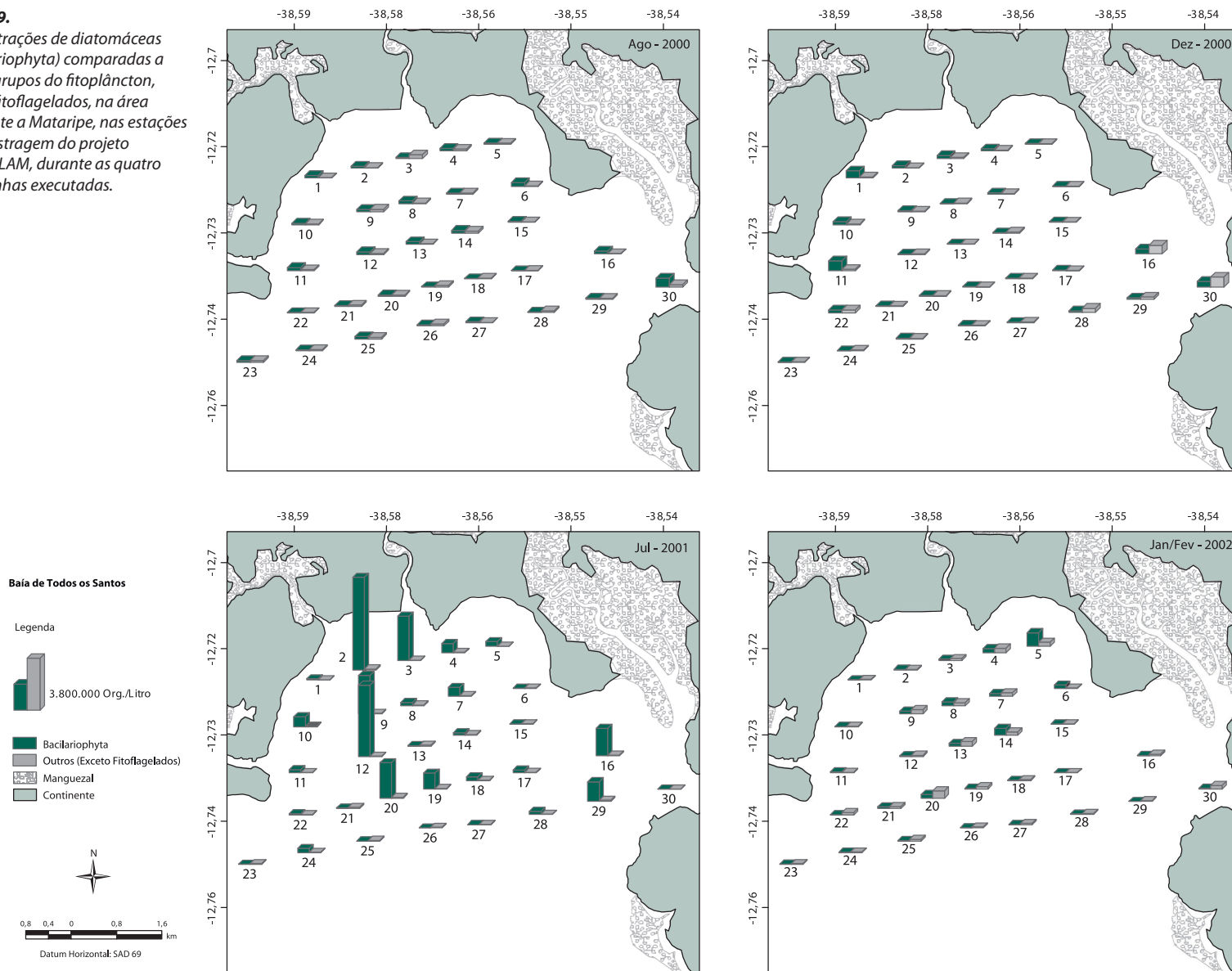
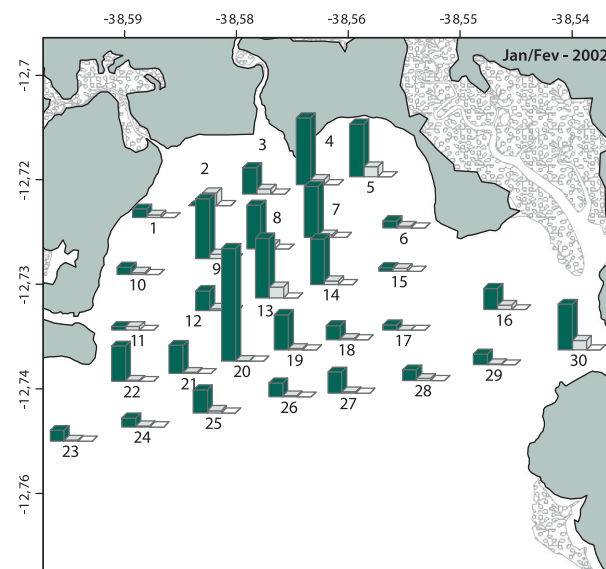
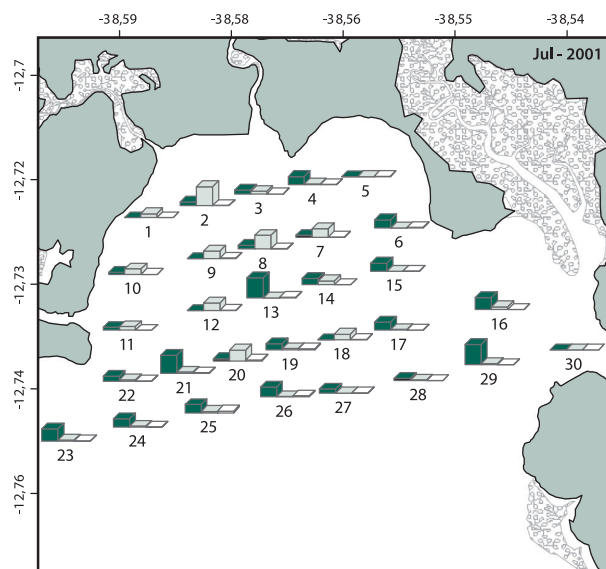
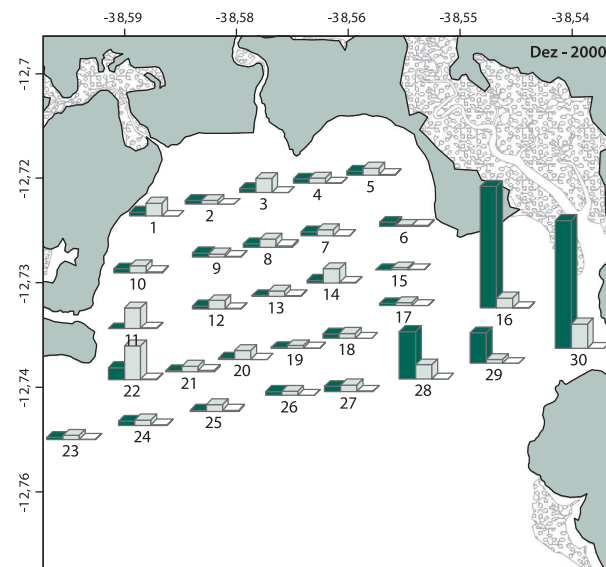
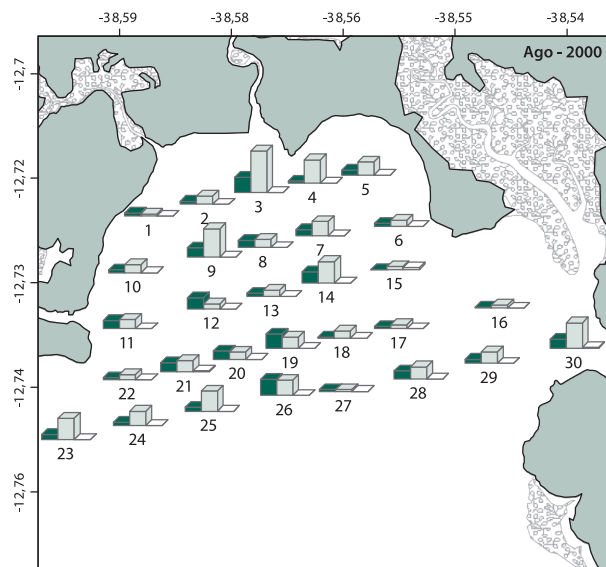
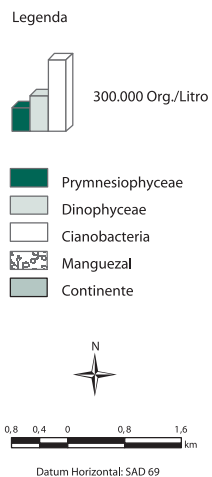



Figura 10.
Concentrações de outros grupos do fitoplâncton, exceto fitoflagelados e diatomáceas, na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto DAMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.

Tendo esta ressalva em pauta, os dados do projeto DAMARLAM mostram que houve dominância numérica do grupo dos copépodes, na maioria das estações e períodos de amostragem. Appendicularia e Cladocera, grupos subdominantes também holoplanctônicos, foram numericamente importantes em poucas ocasiões (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003).

As informações sobre o zooplâncton obtidas no PROMARLAM foram mais restritas espacialmente, porém com a vantagem de possuírem significado quantitativo. Neste projeto foi observada a dominância de copépodes em todas as estações e períodos de amostragem. Ao contrário do observado no DAMARLAM, as proporções de outros grupos holoplanctônicos nas amostras foram baixas e as larvas meroplanctônicas ocorreram em maiores concentrações (**Figura 11**). Com exceção da campanha de agosto de 2004, houve uma tendência para maiores densidades do zooplâncton nas estações 14-15 e 19-20, situadas na porção leste da área, quando comparadas às estações próximas à RLAM. Entretanto, estas diferenças não se mostraram estatisticamente relevantes, quando são comparadas as densidades do zooplâncton total e dos grupos Copepoda, holoplâncton (exceto Copepoda) e meroplâncton entre as estações, tanto para o primeiro quanto para o segundo ano do monitoramento (PETROBRAS/FUSP, 2005). A variabilidade sazonal foi também pouco significativa nos dois anos.

No caso do ictioplâncton, analisado no projeto PROMARLAM, os resultados apontam pequenas tendências espaciais e temporais de distribuição. As variações sazonais foram desprezíveis, ao longo das quatro campanhas, e os engraulídeos dominaram em todas as amostragens, exceto em agosto de 2003, com máximo anual em dezembro de 2003 (**Figura 12**). As maiores concentrações registradas para o zooplâncton no setor leste da área de estudo só foram detectadas para o ictioplâncton na campanha de agosto de 2003. Nas campanhas remanescentes, as densidades mais elevadas ocorreram nos trechos centrais da região.

Ictiofauna

A composição específica e a biologia da ictiofauna da BTS permanecem pouco conhecidas. A literatura apresenta vários trabalhos publicados, porém em veículos de pequena circulação. Destes, alguns tratam de processos do ciclo de vida das espécies ictíicas, como, por exemplo, sobre a alimentação de juvenis ou de adultos de diversas espécies, como *Albula vulpes, Atherinella blackburni, Bathygobius soporator, Chloroscombrus chrysurus, Diplectrum radiale, Larimus breviceps, Lutjanus sinagris, Lycengraulis grossidens, Ogcocephalus vespertilio, Serranus flaviventris, Thalassophryne sp.* e *Trichiurus lepturus* (Lopes e Miranda, 1995; Lopes e Silva, 2000; Lopes *et al*., 2001a, 2001b, 2003, 2004a, 2004b; Oliveira-Silva *et al*., 2002, 2003; Lopes

Figura 11.
Concentrações do zooplâncton total, discriminadas por Copepoda, holoplâncton (excluindo Copepoda) e meroplâncton, na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto PROMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.

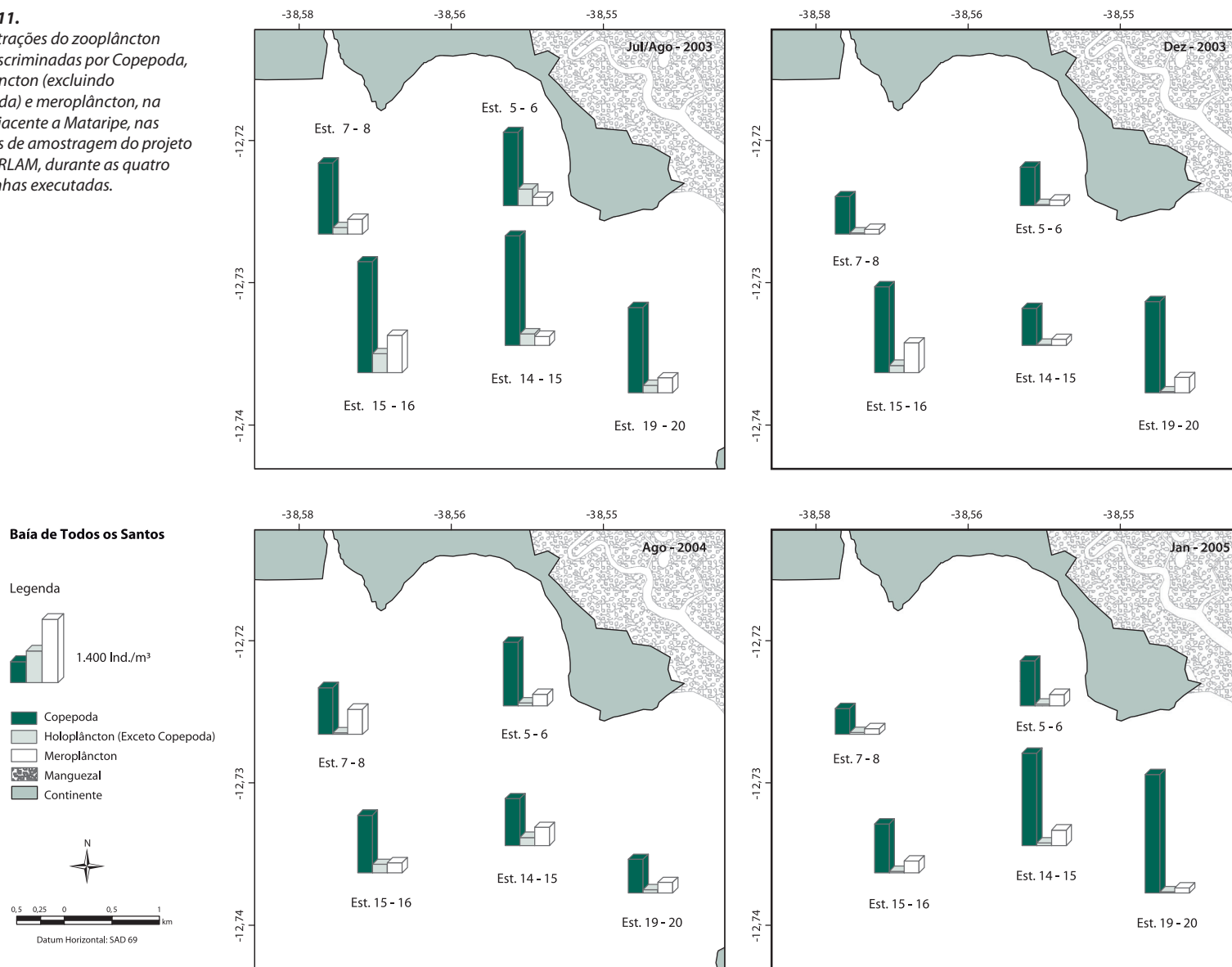
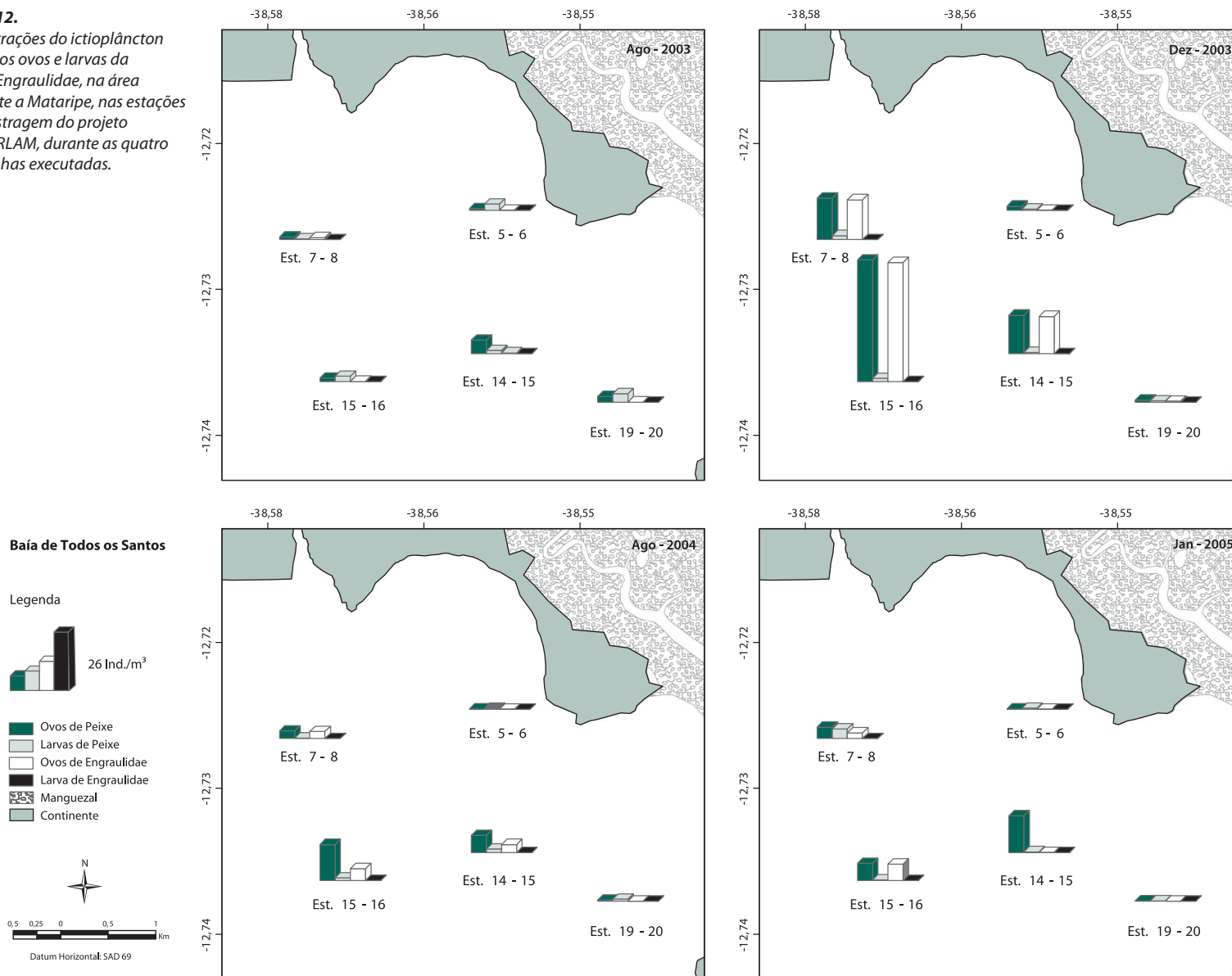



Figura 12.
Concentrações do ictioplâncton total e dos ovos e larvas da família Engraulidae, na área adjacente a Mataripe, nas estações de amostragem do projeto PROMARLAM, durante as quatro campanhas executadas.

e Oliveira-Silva, 1998; Oliveira-Silva e Lopes, 2002, 2004, 2005; Moraes *et al*., 2004), enquanto outros relatam a ictiofauna de regiões de manguezais (Ilha de Itaparica) (Lopes *et al*., 1998) ou de praia (Itapema, Santo Amaro da Purificação) (Lopes *et al*., 1999).

Apesar do número significativo de trabalhos que relatam a primeira ocorrência de algumas espécies na BTS (Lopes e Oliveira-Silva, 1999a, b; 2001a, b; 2002; Lopes *et al*., 1998, 2000, 2001a, 2001b 2003a, 2003b; Lopes e Sampaio, 2002), ainda persistem dúvidas sobre algumas espécies listadas e ainda não confirmadas no litoral baiano e brasileiro. Nem todos os registros de primeiras ocorrências de algumas espécies na BTS (Lopes e Oliveira-Silva, 1999, 2002; Lopes *et al*., 1998, 2000, 2001a, 2001b 2003a, 2003b; Lopes e Sampaio, 2002) encontram respaldo na publicação que compila espécies da costa do Brasil (Menezes *et al*., 2003). Assim, questões taxonômicas ainda persistem sobre os vertebrados da ictiofauna, que não são limitadas pelo pequeno tamanho dos organismos, mas por provável insuficiência amostral e carência de estudos específicos.

Tal insuficiência é constatada a partir do caráter pontual de trabalhos sobre a fauna de peixes, ou seja, trabalhos limitados a áreas pequenas e descontínuas. A **Tabela 1** apresenta uma síntese dos assuntos e informações tratados nos trabalhos sobre a fauna ictíica.

Tabela 1. *Síntese dos assuntos tratados nos trabalhos sobre a ictiofauna da BTS.*

Assunto	Espécies	Número de referências	Área
Alimentação	*Albula vulpes, Atherinella blackburni, Bathygobius soporator, Chloroscombrus chrysurus, Diplectrum radiale, Larimus breviceps, Lutjanus sinagris, Lycengraulis grossidens, Ogcocephalus vespertilio, Serranus flaviventris, Trichiurus lepturus, Thalassophryne* sp.	15	BTS – praias, manguezal
Primeira ocorrência	*Sphyraenidae, Astroscopus* sp. *Heteropriacanthus cruentatus, Atherinella blackburni, Corniger spinosus, Carapus bermudensis, Bregmaceros* sp.*, Pomadasys ramosus, Lampris guttatus, Synagrops trispinosus, Brotula barbata, Rachycentron canadum, Microdesmus bahianus, Paraclinus* sp.*, Albula nemoptera, Promethichthys prometheus, Tarpon atlanticus, Heteropriacanthus cruentatus,*	9	BTS – praias, manguezal
Listagem de espécies		3	manguezal, praia

Por outro lado, a composição específica geral encontrada na BTS está descrita apenas nos trabalhos de Almeida (1996); PETROBRAS/FUNDESPA (2003); Dias *et al*.

em prep.), sobre a área nordeste da BTS, mais próxima à RLAM; Lopes *et al*. (1998) em manguezais da Ilha de Itaparica; Lopes *et al*. (1999) na praia de Itapema.

As comparações diretas entre os estudos já realizados não é adequada, uma vez que os aparelhos de captura, bem como os esforços de pesca empregados e as regiões da BTS prospectadas, são muito diferentes. Os principais aparelhos de pesca utilizados para as prospecções da UFBA (Almeida, 1996) foram a rede de abalo, de arrasto de praia, de arrasto de fundo, de espera, caçoeira, tainheira, tarrafa e linha e anzol. As malhas também foram diferentes, bem como o tamanho das redes. Os outros estudos tiveram apenas a rede de abalo como apetrecho para a captura da ictiofauna (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003; Dias *et al*., em prep.). Dentre as listas de primeiras ocorrências, os trabalhos relatam que houve capturas com linha e anzol ou arrastos de praia esparsos, e sem repetição temporal ou espacial.

A partir das prospecções de pesquisa realizadas, pode-se caracterizar a ocorrência de grande abundância de indivíduos de pequeno porte (formas jovens). Estes indivíduos passam parte de seus ciclos de vida nessas áreas, mas suas formas adultas vão para regiões diferentes, como locais de fundo rochoso, de recifes, arenosos, lamosos ou costeiros adjacentes, conferindo um caráter de criadouro aos pequenos recortes do litoral da BTS. Esta afirmação contrasta com resultados obtidos pela prospecção pesqueira (Capítulo V), uma vez que um número maior de espécies é desembarcado, e, tratando-se de interesse comercial, os exemplares devem ter porte maior.

Além dos jovens, ocorrem indivíduos maduros e desovantes de algumas espécies, principalmente associadas a fundos duros, o que indica que parte das populações ou alguns indivíduos se reproduzem na área (Dias *et al.*, em prep.).

Outro fato relacionado à fauna de peixes da BTS é que os trabalhos sobre ictiofauna, ao contrário dos estudos sobre a pesca, apontam pouca biomassa em número e poucas espécies de elasmobrânquios, listando como ocorrências *Narcine brasiliensis* e *Rhinobathos percelens* (Lopes *et al*., 1998; PETROBRAS/FUNDESPA, 2003; Dias *et al*., em prep.).

Em relação aos períodos de captura, os resultados obtidos sugerem os períodos de inverno (mais chuvosos) como os de maior abundância em número de indivíduos (**Figura 13**). Além disso, as regiões a leste, em profundidades entre 5 e 15 m, foram as de maior abundância.

Os valores obtidos a partir do número de indivíduos por espécie, considerando todos os períodos amostrados, indicam a predominância de *Diapterus rhombeus* (carapeba) nas amostras. Embora esta espécie tenha ocorrido em todos os períodos prospectados, sua distribuição variou ao longo do tempo, com maiores ocorrências sendo detectadas em janeiro de 2005, com valores relativamente mais altos também em agosto de 2003 e em março de 2004.

De maneira geral, a maior abundância no lado leste da região é fruto também de uma maior diversidade, pois esta área apresenta fundos duros e não somente arenosos, criando ambientes para abrigar espécies com necessidades alimentares, de habitat e modos de vida diferentes.

Com relação à região nordeste da BTS, os resultados obtidos no projeto PROMARLAM (PETROBRAS/FUSP, 2005) foram comparados com os da estação de coleta do projeto ECONORTE localizada na mesma área em Mataripe, tanto em relação ao número de espécies como no valor do índice de riqueza, o que pode ser observado nas **Figuras 14** e **15**. Não há um padrão temporal marcante no número de espécies capturadas, mas o índice de riqueza foi maior nas coletas do projeto PROMARLAM. Deve-se ter cautela na observação e comparação direta destes resultados, pelo uso de amostradores diferentes, e que grandemente influenciam a riqueza e a composição específica, uma vez que operam em locais diferentes.

Como o índice de riqueza considera também o logaritmo do número total de indivíduos, não é de se estranhar que os valores tenham sido mais altos, no caso das capturas realizadas no segundo período (em 12 estações), cujo número total é muito superior ao coletado em uma única estação.

Figura 13.
Distribuição espaço-temporal da ictiofauna coletada durante a execução do projeto PROMARLAM, na região adjacente a Mataripe.

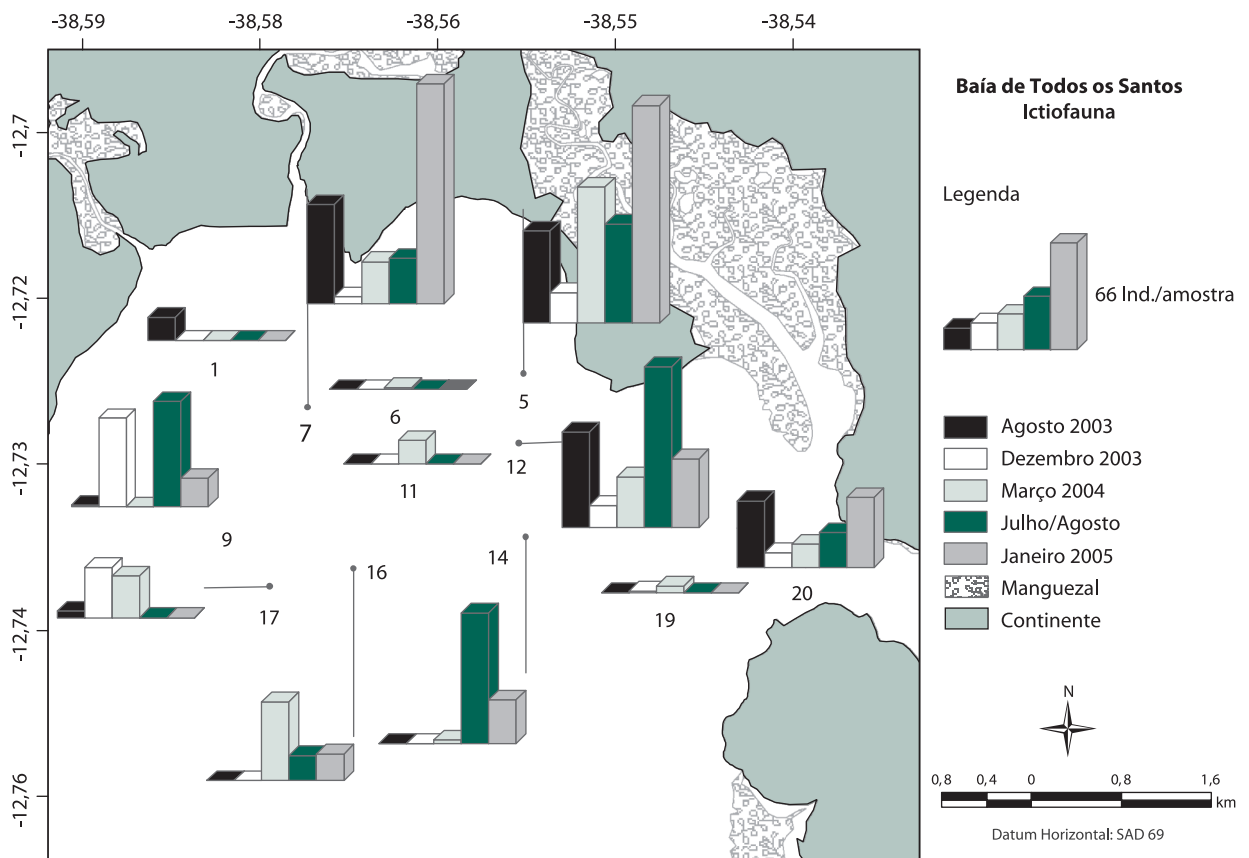



Figura 14.
Valores do número de espécies da ictiofauna capturada na região adjacente a Mataripe. Os dados de fevereiro de 1994 a dezembro de 1995 referem-se às coletas do projeto ECONORTE, e os de agosto de 2003 a janeiro de 2005 ao projeto PROMARLAM.

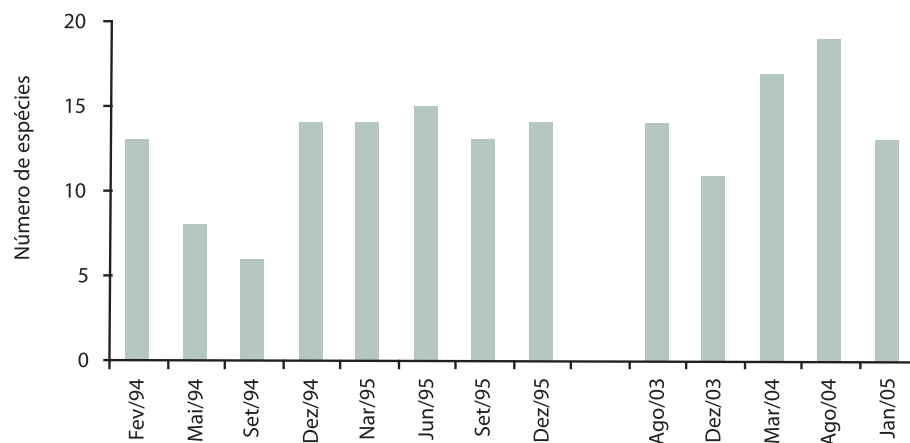
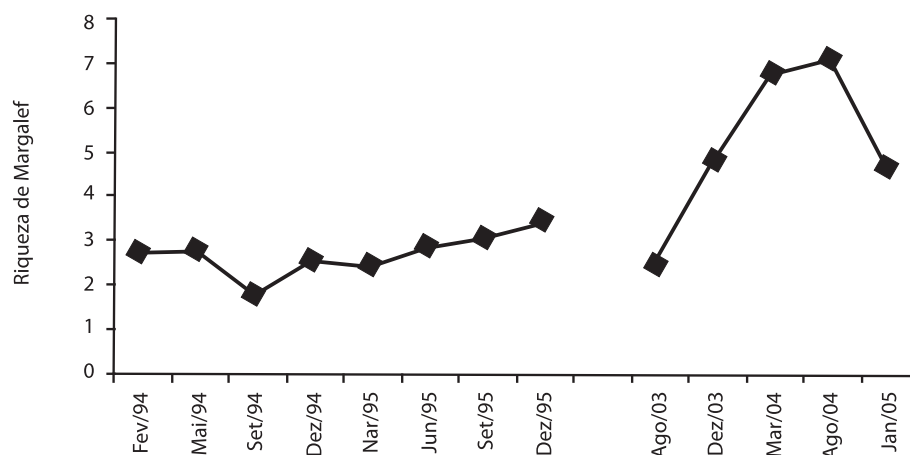



Figura 15.
Valores estimados do índice de riqueza de Margalef para a ictiofauna capturada na região adjacente a Mataripe. Dados de fevereiro de 1994 a dezembro de 1995 referem-se às coletas do projeto ECONORTE e os de agosto de 2003 a janeiro de 2005 ao projeto PROMARLAM.

A **Tabela 2** reúne as espécies da ictiofauna capturadas durante os levantamentos feitos pelo projeto PROMARLAM. A tabela está organizada segundo a filogenia das espécies. Dentre as 35 capturadas, somente quatro [*Oligoplites saurus* (riate), *Diapterus rhombeus* (carapeba), *Lutjanus sinagris* (vermelho) e *Scomberomorus brasiliensis* (sororoca)] ocorreram em todas as campanhas.

A **Tabela 3** apresenta a ocorrência de espécies comuns à área estuarina, sob influência da RLAM, e outras regiões prospectadas da BTS. Os trabalhos reportam listas de espécies e não trazem valores de abundância, em número ou peso, que pudessem ser comparados, limitando sua abrangência.

Tabela 2. *Ocorrência das espécies, por campanha de coleta, nas capturas da região adjacente a Mataripe.*

Espécie	Nome Regional	Inverno		Verão		
		1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	
		agosto 2003	julho 2004	dezembro 2003	março 2004	janeiro 2005
Opisthonema oglinum	Sardinha-faca	X			X	X
Cetengraulis edentulus	Sardinha	X				
Anchoa tricolor	Pititinga	X			X	
Lycengraulis grossidens	Manjubão		X			
Bagre marinus	Bagre		X		X	X
Mugil curema	Parati		X			
Mugil sp.	Parati olho-de-fogo		X			
Dactylopterus volitans	Coró		X			
Carangoides crysos	Solteira	X	X		X	
Chloroscombrus chrysurus	Carapau	X			X	X
Oligoplites saurus	Riate	X	X	X	X	X
Caranx latus	Xarelete				X	X
Caranx hippos	Xaréu					X
Diapterus rhombeus	Carapeba	X	X	X	X	X
Eucinostomus gula	Carapicu	X				
Eucinostomus melanopterus	Carapicu		X	X		X
Conodon nobilis	Roncador	X				
Pomadasys corvinaeformis	Coró	X				X
Haemulon steindachneri	Corcoroca		X	X		X
Anisotremus virginicus	Salema				X	
Haemulon aurolineatum	Corcoroca		X			
Orthopristis ruber	Corcoroca		X			
Lutjanus synagris	Vermelho	X	X	X	X	X
Lutjanus analis	Cioba		X	X		
Polydactylus virginicus	Barbudo		X		X	
Cynoscion leiarchus	Pescada Branca	X				X
Cynoscion jamaiscensis	Pescada			X	X	
Micropogonias furnieri	Corvina			X	X	
Larimus breviceps	Roncador			X		
Ctenosciaena gracilicirrhus	Chumberga				X	
Scomberomorus brasiliensis	Sororoca	X	X	X	X	X

Continuação Tabela 2

Espécie	Nome Regional	Inverno		Verão		
		1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	
		agosto 2003	julho 2004	dezembro 2003	março 2004	janeiro 2005
Archosargus rhomboidalis	Sambuia		X	X	X	
Calamus pennatula	Pena				X	
Sphyraena guachancho	Bicuda	X				
Cyclichthys spinosus	Baiacu		X			

Tabela 3. *Espécies comuns a três ambientes diferentes: região adjacente a Mataripe (Dias et al., em prep.), praia de Itapema (Lopes et al., 1999) e manguezal de Cacha Pregos (Lopes et al., 1998).*

Espécies	Área de RLAM	Praia de Itapema	Manguezal de Cacha Pregos
Anchoa sp.	X	X	X
Lycengraulis grossidens	X	X	X
Opisthonema oglinum	X		X
Mugil sp.	X	X	
Mugil curema	X		X
Dactylopterus volitans	X	X	X
Caranx crysos	X	X	
Caranx hippos	X	X	
Caranx latus	X	X	X
Chloroscombrus chrysurus	X	X	X
Oligoplites saurus	X	X	X
Lutjanus analis	X	X	
Lutjanus synagris	X	X	
Diapterus rhombeus	X	X	X
Eucinostomus gula	X	X	X
Eucinostomus melanopterus	X	X	
Haemulon steindachneri	X	X	X
Polydactilus virginicus	X		X
Scomberomorus brasiliensis	X	X	X
Total de Espécies	35	70	85

Esta tabela denota uma variabilidade relativamente baixa na composição específica entre diferentes ambientes da BTS, mesmo diante da utilização de petrechos diferentes em cada estudo. Porém, o número de espécies capturadas é variável conforme o local.

A **Tabela 4** apresenta apenas as espécies comuns em ocorrência nas prospecções de pesquisa realizadas na região de Mataripe e aqui consideradas para estimativas dos índices ecológicos de comunidades.

Tabela 4. *Espécies da ictiofauna comuns a três estudos conduzidos (Projetos ECONORTE, DAMARLAM e PROMARLAM) na região estuarina de Mataripe, Baía de Todos os Santos. p=primavera; v=verão; o=outono; i=inverno.*

Campanhas	**UFBA**				**DAMARLAM**				**PROMARLAM**				
Espécies	**p**	**v**	**o**	**i**	**i**	**v**	**i**	**v**	**i**			**v**	
Opisthonema oglinum	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Bagre marinus		x	x	x	x	x		x		x		x	x
Carangoides crysos	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	
Oligoplites saurus	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Diapterus rhombeus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lutjanus synagris	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Cynoscion leiarchus	x			x	x	x		x	x				x
Scomberomorus brasiliensis		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Archosargus rhomboidalis	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
Haemulon steindachneri	x	x	x	x				x		x	x		x

Uma compilação dos resultados das métricas relativas à ictiofauna na área da RLAM está apresentada na **Tabela 5** e foi gerada a partir dos valores obtidos nos índices ecológicos descritores da comunidade (riqueza, diversidade, dominância e equitatividade) e dos dados levantados na literatura sobre as espécies.

Tabela 5. *Compilação dos resultados obtidos a partir da literatura e da prospecção de pesquisa para as métricas levantadas sobre as espécies da ictiofauna presente na área adjacente a Mataripe.*

Grupo da métrica	**Métrica**	**Valores atribuídos**
Riqueza e composição específica	número de espécies (riqueza)	baixo
	número de espécies residentes	mais alto
	número de espécies de elasmobrânquios	baixo
	dominância	alta
Guildas de integridade trófica	proporção de espécies demersais generalistas-invertívoros	alta
	proporção de espécies pelágicas generalistas-invertívoros	média
	proporção de carnívoros-piscívoros	baixa
Abundância e condição	número total de indivíduos	médio
	proporção de jovens	mais alta
	proporção de espécies em reprodução	muito baixa

Uma avaliação inicial indica que o ambiente apresenta poucos adultos, baixos valores de riqueza e diversidade (entre outros), caracterizando um ambiente que requer atenção. Numa avaliação temporal, nas épocas em que os valores de riqueza foram mais baixos, ocorreram proporcionalmente mais juvenis, sugerindo recrutamento (Dias *et al*., em prep.). Por outro lado, ocorreu alternância da dominância expressiva entre duas espécies (carapeba e baiacu), ambas em sua fase juvenil. Estudos mais detalhados sobre a dinâmica da comunidade e das populações são necessários.

Com relação à avaliação da manutenção da integridade trófica, nota-se que a comunidade possui poucos predadores de topo de cadeia e uma tendência de maior ocorrência de espécies generalistas. Este fato também caracteriza uma comunidade ictíica debilitada. Por outro lado, não foi possível verificar o desaparecimento de espécies raras ou sensíveis, como já apontado.

Considerações finais

Os relatórios dos projetos ECONORTE (Mafalda *et al*., 2003) e do projeto CRA 2000 (Estado da Bahia, 2000) indicaram boa qualidade da água da BTS, em todos os aspectos da hidroquímica abordados no presente capítulo, exceto pelo comprometimento sanitário e pelo desenvolvimento de processos de eutrofização, em duas regiões: Enseada dos Tainheiros e Subaé (Estado da Bahia, 2000). Os projetos DAMARLAM e PROMARLAM resultaram em conclusões semelhantes, neste caso, com o indicativo de um processo pontual de eutrofização, na região adjacente a Madre de Deus, baseado em dados de clorofila-a.

O fitoplâncton no ecossistema da BTS é dominado ao longo do ano pelos fitoflagelados, formas muito pequenas do nanoplâncton, características de águas costeiras tropicais pobres em nutrientes. Nos períodos chuvosos aumenta a contribuição das diatomáceas, que se utilizam da introdução de nutrientes de origem natural e antrópica. Essas características estão em conformidade com as condições essencialmente marinhas observadas no interior da BTS. Medidas das correntes costeiras próximas à baía indicam que a combinação das correntes de maré com correntes SW controladas pelo campo de ventos cria grandes fluxos na direção oeste a ponto de transportarem sedimentos em direção à boca da baía (Lessa *et al.,* 2001). Essas evidências nos levam a supor que o tempo de residência das águas no interior da BTS seja suficientemente curto para propiciar uma renovação das assembléias do fitoplâncton, capazes de manter índices de qualidade da água apropriados ao funcionamento do ecossistema da baía.

A estreita relação entre as populações florísticas e alterações na hidrodinâmica local está diretamente relacionada às diferentes adaptações fisiológicas de

cada grupo. Devido à sua alta taxa de crescimento, rápida assimilação de nutrientes e tolerância a baixas salinidades, os fitoflagelados podem dominar em condições de baixas concentrações de nutrientes e/ou grandes descargas de rios após a ocorrência de tempestades. As cianofíceas também preferem baixas salinidades, porém apresentam um desenvolvimento mais lento, comparativamente aos fitoflagelados, e desta forma conseguem se desenvolver desde que o tempo de residência dos nutrientes seja maior. Já os dinoflagelados respondem quando o fluxo de água dos rios é pequeno (Paerl, 2003).

As espécies de fitoplâncton encontradas são, de acordo com a literatura existente, características de regiões neríticas e estuarinas (Caljon, 1983; Carmelo, 1997; Moro e Fürstenberger,1997; International Ocean Atlas Series, 2000 e Fernandes e Brandini, 2004) e, portanto, adaptadas fisiologicamente a alterações ambientais, como salinidade, pH e grau de eutrofização típicos de sistemas dinâmicos de estuário. Em termos comparativos, a diversidade registrada na Baía de Todos os Santos foi inferior a outras regiões costeiras e estuarinas do Brasil, onde os autores relatam a ocorrência de mais de 60 espécies (Sassi,1987; Rocha Oliveira, 1988; Susini Zillman,1990; Francos, 1996; Frazão, 2001, Vieira de Rezende, 2001; Fernandes e Brandini, 2004 e outros).

As espécies de zooplâncton registradas pelos projetos executados na BTS são também típicas de regiões neríticas e estuarinas do Atlântico Sudoeste tropical (Brandini *et al*., 1997), e não são citadas na literatura nacional e internacional como indicadoras de poluição, seja como espécies sensíveis ou resistentes a contaminantes químicos. Os resultados indicaram que as flutuações na abundância e na composição taxonômica do zooplâncton da BTS são devidas à variabilidade natural do sistema. A dominância de copépodes é comum para todos os sistemas estuarinos e costeiros tropicais e subtropicais, na faixa de tamanho amostrada pelas redes de plâncton utilizadas na BTS. A baixa abundância do meroplâncton no corpo principal da baía sugere que a dispersão de larvas de organismos bentônicos se dá principalmente nos setores mais rasos e em especial nos rios e canais de marés, para os quais não há amostras de zooplâncton disponíveis.

Quanto à fauna de peixes, em termos estritos, todas as comparações apresentadas entre os projetos executados carecem de consistência, uma vez que os aparelhos de captura foram diferentes, bem como sua área e atuação. A despeito desta limitação, os estudos realizados mostram que a BTS possui, nas áreas amostradas, uma fauna de peixes com baixa diversidade e biomassa. Porém, a avaliação da saúde desta comunidade depende de estudos quantitativos mais robustos do que os disponíveis no presente.

Em conclusão, os estudos hidroquímicos executados desde a década de 1980 não indicaram a existência de áreas notadamente degradadas na BTS, quanto à qualidade da água, sob o ponto de vista dos parâmetros reportados neste capítulo.

A BTS pode ser caracterizada como um sistema oligo- a mesotrófico, exceção feita às fontes de poluição orgânica que ainda persistem pontualmente em seu interior, em especial próximas a aglomerações urbanas, onde condições eutróficas foram registradas. As comunidades planctônicas da BTS são típicas de ambientes tropicais do Atlântico Sudoeste com marcada influência da intrusão marinha.

Referências bibliográficas

Almeida, V. G. (Coord.). (1996) Caracterização taxonômica ecológica e anatômica da ictiofauna. In: **Programa de monitoramento dos ecossistemas ao norte da Baía de Todos os Santos**. Relatório Técnico Final.

Brandini, F. P.; Lopes, R. M., Gutseit; K. S.; Spach, H. l.; Sassi, R. (1997) **Planctonologia na plataforma continental brasileira. Diagnose e Revisão Bibliográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal – IBAMA, 196p.

Caljon, A. G. (1983) **Brackish-water phytoplankton of the Flemish Lowland.** Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, 272p.

Carmelo, R. T. (1997) **Identifying marine phytoplankton**. Academic Press, San Diego, California, 858p.

CRA. (2004) **Diagnóstico da concentração de metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo nos sedimentos e biota da Baía de Todos os Santos**. Relatório Técnico. Consórcio BTS – Hydros/CH2MHill/Governo da Bahia. 5 v.

Dias, J. F.; Gonçalves, A. M.; Fernandez, W. S.; Silbiger, H. L.; Fiadi, C. B.; Schmidt, T.C.S. (submetido). Ichthyofauna in the Mataripe Area, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**.

Estado da Bahia. (2000) **Avaliação da Qualidade das Águas. Bacias Hidrográficas, Baía de Todos os Santos, Praias de Salvador**. Relatório Técnico, 548p.

Fernandes, L. F e Brandini, F. P. (2004) Diatom associations in shelf waters off Paraná State, Southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, p. 19-34.

Francos, M. S. (1996) **Variações diárias sazonais (verão e inverno) do "standing-stock" do fitoplâncton e da biomassa em termos de clorofila a em duas estações fixas costeiras na região de Ubatuba: Lat. 23º31'S – Long. 45º05'W e Lat. 23º51'S – Long. 44º56'W.** Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil, 123p.

Frazão, L. R. (2001) **Eutrofização por esgotos domésticos e sua relação com a ecologia e fisiologia do fitoplâncton marinho no litoral do Estado de São Paulo: Ubatuba, Praia Grande e Santos.** Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil, 158p.

International Ocean Atlas Series (2) - Biological Atlas of the Artic Seas (2000) **Plankton of the Barrents and Kara Seas**. www.nodc.noaa.gov/OC5/BARPLANK/start.html, acesso em Junho de 2009.

Lessa, G. C.; Dominguez, J. M. L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Brichta, A. (2001) The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, p.245-261.

Lopes, P. R. D. e Miranda, R. A. (1995) Nota sobre a alimentação de *Ogcocephalus vespertilio* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Ogcocephalidae) na localidade de Cacha Pregos (Ilha de Itaparica), Estado da Bahia. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 17, p. 87-94.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (1998) Alimentação de *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) (Actinopterygii: Teleostei: Gobiidae) na localidade de Cacha Pregos (Ilha de Itaparica), Bahia, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 11, p. 81-92.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (1999a) Ocorrência de *Astroscopus sp*. (Actinopterygii: Uranoscopidae) na Baía de Todos os Santos, BA, Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 21, p. 153-160.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (1999b) Ocorrência de *Heteropriacanthus cruentatus* (Lacepède, 1801) (Actinopterygii: Priacanthidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia). **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 21, p. 279-282.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (2001a) Registro de *Atherinella blackburni* (Schultz) (Actinopterygii: Atherinopsidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, p. 117-122.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (2001b) Registro de *Corniger spinosus* Agassiz, 1829 (Actinopterygii: Holocentridae) na Baía de Todos os Santos, Bahia. **Acta Científica - Biologia e Saúde**, São Paulo, v. 3, p.18.

Lopes, P. R. D. e Oliveira-Silva, J. T. (2002) Nota sobre a família Sphyraenidae (Actinopterygii: Perciformes: Scombroidei) na Baía de Todos os Santos e Ilha de Itaparica (Bahia). **Sitientibus**. Série Ciências Biológicas, Feira de Santana, v. 2, p. 104-106.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; A. F. Barreto; Oliveira, A. P. S. (2003) First record of *Carapus bermudensis* (Jones, 1874) (Actinopterygii: Carapidae) in littoral of Bahia state, Norteastern Brazil (Western South Atlantic). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 9, p. 7-9.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Alves, O. F. S. (2000) Registro de *Bregmaceros sp*. (Actinopterygii: Bregmacerotidae) na Baía de Todos os Santos e plataforma continental adjacente (Bahia, Brasil). **Bios**, Belo Horizonte, v. 8, p. 53-57.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Bispo, S. C. (2003) Nota prévia sobre a alimentação de juvenis metamorfoseados de *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Albulidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica), Bahia. **Acta Científica - Biologia e Saúde**, São Paulo, v. 5, p. 42-46.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Bispo, S. C.; Coelho, M. (2001) Notas sobre a alimentação de juvenis metamorfoseados de Albula vulpes (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Albulidae) na Praia de Itapema (Baía de Todos os Santos), Bahia. **Bioikos**, Campinas, v. 15, p. 11-16.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Brandão, J. O.; Couto, A. P. L. (2003) Alimentação de Serranidae (Actinopterygii, Teleostei, Perciformes) na Praia de Cabuçu (Saubara, Baía de Todos os Santos, Bahia). II. Diplectrum radiale (Quoy e Gaimard, 1824). **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 9, p. 53-59.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Ferreira-Melo, A. S. A. (1998) Contribuição ao conhecimento da ictiofauna do manguezal de Cacha Pregos, Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, p. 315-325.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Mascarenhas, L. S.; Silva, T. C. (1999) Nota sobre a ocorrência de *Pomadasys ramosus* (Poey, 1860) (Actinopterygii: Haemulidae) no Estado da Bahia. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 21, p. 147-157.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Matsui, N.; Ferreira, A. V.; Reis, M. S. S.; Silva, V. R. F. (2000) Registro de *Lampris guttatus* (Brünnich, 1788) (Actinopterygii: Lamprididae) no litoral do estado da Bahia (Brasil). **Multiciência**, São Carlos, v. 4, p. 145-149.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Olavo, G. (2003) *Synagrops trispinosus* Mochizuki e Sano, 1984 (Actinopterygii: Acropomatidae): first record from Brazil (Western Atlantic Ocean) with notes about its biology. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 25, p. 243-249.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Sampaio, C. L. S.; Vasconcelos, A. (2001) First record of *Brotula barbata* (Bloch, 1801) (Actinopterygii, Ophidiidae) at coast of Bahia state, Brazil (Western Atlantic Ocean). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 3, p. 69-76.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Sena, M. P. (1998) Ocorrência de *Microdesmus bahianus* Dawson, 1973 (Actinopterygii: Microdesmidae) na Baía de Todos os Santos (Estado da Bahia), Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 20, p. 217-224.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Sena, M. P. (2001) Ocorrência de *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) (Actinopterygii: Rachycentridae) na Baía de Todos os Santos (Estado da Bahia), Brasil. **Sitientibus**, Feira de Santana, v. 1, p. 56-59.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Sena, M. P.; Silva, I. S.; Veiga, D. C. M.; Silva, G. R.; Santos, R. C. L. (1999) Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da Praia de Itapema, Santo Amaro da Purificação, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 21, p. 99-105.

Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T.; Silva, I. S. (2001) *Paraclinus sp.*: primeiro registro de Labrisomidae (Actinopterygii: Perciformes) na região ocidental da Baía de Todos os Santos (Bahia). **Leopoldianum**, Santos, n. 75, p. 175-182.

Lopes, P. R. D. e Sampaio, C. L. S. (1999) Ocorrência de *Promethichthys prometheus* (Cuvier, 1832) (Actinopterygii: Gempylidae) no litoral do Estado da Bahia, Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 21, p. 139-146.

Lopes, P. R. D. e Sampaio, C. L. S. (2002) Ocorrência de *Albula nemoptera* (Fowler, 1910) (Actinopterygii: Albulidae) no litoral do estado da Bahia, Brasil (Oceano Atlântico ocidental). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Nova Série, Santa Teresa, v. 13, p. 27-31.

Lopes, P. R. D.; Santiago, L. S.; Santana, P. M.; Oliveira-Silva, J. T. (2004) Nota preliminar sobre a alimentação de juvenis metamorfoseados de *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Albulidae) na Praia de São Tomé de Paripe (Salvador, Baía de Todos os Santos, Bahia). **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 10, p. 41-48.

Lopes, P. R. D. e Sena, M. P. (1996) Ocorrência de *Tarpon atlanticus* (Valenciennes, 1846) (Pisces: Megalopidae) na Baía de Todos os Santos. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 14, p. 69-77.

Lopes, P. R. D. e Silva, G. R. (2000) Notas sobre a alimentação de *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Actinopterygii: Engraulidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia). **Acta Biólogica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 22, p. 127-132.

Lopes, P. R. D.; Tanure, B. M.; Mendonca, C. E. A.; Oliveira-Silva, J. T. (2004) Alimentação de *Lutjanus synagris* (Actinopterygii) na Praia de São Tomé de Paripe (Bahia). **Revista da Unipe**, v. 8, p. 60-64.

Lopes, P. R. D. e Valente, L. M. (1997) Ocorrência de *Heteropriacanthus cruentatus* (Lacepède, 1801) (Actinopterygii: Priacanthidae) no litoral do Estado da Bahia, Brasil. **Acta Biólogica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 19, p. 197-203.

Mafalda, P.; Souza, P. M. M.; Silva, E. M. (2003) Estrutura hidroquímica e biomassa planctônica no norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 31, p. 31-51.

Mafalda, P.; Souza, C. S.; Velame, P. B. (2008) Fish larvae assemblage of a coastal area under influence of petrochemical activities, in Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health e Management**, v.11, p. 457-464.

Menezes, N. A.; Buckup, P. A.; Figueiredo, J.L.; Moura, R.L. (2003) **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 160p.

Moraes, L. E.; Lopes, P. R. D.; Oliveira-Silva, J. T. (2004) Nota sobre a alimentação de juvenis de *Larimus breviceps* (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Sciaenidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia): setembro/1998 a abril/1999. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 6, p. 245-256.

Moro, R. S. e Fürstenberger, C. B. (1997) **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não marinhas**. Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, 282p.

Oliveira, R. B. S.; Castro, C. M.; Baptista, D. F. (2008) Desenvolvimento de índices multimétricos para utilização em programas de monitoramento biológico da integridade de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 2, p. 487-505.

Oliveira-Silva, J. T.; Lopes, P. R. D.; Barbalho, L. T.; Araujo, R. R. C.; Lima, A. L. (2002) Nota sobre a alimentação de *Umbrina coroides* (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Sciaenidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia). **Multitemas**, Campo Grande, n. 28, p. 53-60.

Oliveira-Silva, J. T. e Lopes, P. R. D. (2002) Alimentação de Serranidae (Actinopterygii: Teleostei, Perciformes) na Praia de Cabuçu (Saubara, Baía de Todos os Santos, Bahia). I. Serranus flaviventris (Cuvier, 1829). **Acta Científica Biologia e Saúde**, São Paulo, v. 4, p. 77-82.

Oliveira-Silva, J. T. e Lopes, P. R. D. (2002) Notas sobre a alimentação e aspectos morfológicos do aparelho digestivo de *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) (Actinopterygii: Carangidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de fora, v. 4, p. 179-192.

Oliveira-Silva, J. T.; Lopes, P. R. D.; Barbalho, L. T.; Araujo, R. R. C.; Lima, A. L. (2003) Nota sobre a alimentação de *Atherinella blackburni* (Schultz, 1949) (Actinopterygii: Atherinopsidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica, Bahia). **Acta Científica - Biologia e Saúde**, São Paulo, v. 5, p. 38-41.

Paerl, H. W.; Valdes, L. M.; Pinckney, J. L.; Piehler, M. F.; Dyble, J.; Moisander, P. H. (2003) Phytoplankton photopigments as indicators of estuarine and coastal eutrophication. **BioScience**, v. 53, p. 953-964.

PETROBRAS/FUNDESPA. (2003) **Diagnóstico Ambiental Marinho da Área de Influência da Refinaria Landulpho Alves Mataripe** (DAMARLAM). Relatório Final, São Paulo.

PETROBRAS/FUSP. (2005) **Programa de Monitoramento Ambiental do Ecossistema Estuarino na Área de Influência da Refinaria Landulpho Alves** (PROMARLAM). Relatório Final, São Paulo.

Rocha Oliveira, I. (1988) **Fitoplâncton e parâmetros fisico-químicos do Rio Uma do Prelado (SP): Composição, distribuição espacial e variação sazonal.** Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil,149p.

Santos, J. J. (1973) Estudo preliminar, principalmente do plâncton, das águas da Baía de Todos os Santos. **Boletim de Zoologia e Biologia Marinha**, Nova Série, v 30, p. 419-447.

Sassi, R. (1987) **Fitoplâncton da formação recifal da Ponta do Seixas (Lat. 7º9’16” S, Long 34º47’35” W), Estado da Paraíba, Brasil: Composição, Ciclo anual e alguns aspectos fisio-ecológicos.** Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil, 163p.

Susini-Zillmann, S. M. (1990) **Distribuição sazonal do fitoplâncton na radial entre Ilha Anchieta e Ilha Vitória (Lat. 23º31’S – Long. 45º06’W à Lat. 23º45’S**

– Long. 45º01'W) na região de Ubatuba, São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil, 201p.

Vieira de Rezende, K. (2001) **Distribuição sazonal da biomassa e composição do fitopâncton da Plataforma Continental Interna do Estado do Paraná**. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil, 219p.

V

TERRAS
DE DÕ
ALVA
RO DA
COSTA
Bahia de
todolos sã
tos
I. dos frades
Ilha de
Maree
I. do medo
Barra de
paraoaçu
Cidade do
Saluador
Villa

Boy peba

I: dos frades

Bahia de todolos sã tos

TERRAS DE DO ALVA RODA COSTA

Pesca e Produção Pesqueira

Lucy Satiko Hashimoto Soares
Ana Carolina Ribeiro Salles
Juliana Pierrobon Lopez
Elizabeti Yuriko Muto
Roberto Giannini

Introdução

A pesca pode ser classificada em pesca científica, pesca amadora, pesca de subsistência, pesca artesanal ou de pequena escala e pesca empresarial/industrial (Dias Neto, 2002).

A pesca artesanal ou de pequena escala é realizada com objetivo exclusivamente comercial ou com dupla finalidade, comercial e de subsistência. Caracteriza-se como uma alternativa sazonal de trabalho, podendo o trabalhador atuar, por exemplo, ora como agricultor, ora como pescador (Dias Neto e Dornelles,1996). A complexidade é sua característica inerente, dada a diversidade de petrechos empregados na captura de pescados de estoques multiespecíficos, a dispersão dos pontos de desembarque e a participação em diversas cadeias produtivas. Nesse contexto, a sabedoria tradicional sobre o mar e sobre a pesca é essencial na arte de captura dos organismos e na exploração do ecossistema marinho.

Historicamente, no litoral baiano, a produção pesqueira marinha extrativa é oriunda predominantemente ou exclusivamente da pesca artesanal. É uma atividade laboral importante da população de baixa renda da BTS, como fonte de renda alternativa em tempos de escassez de trabalho, sendo os pescados uma importante fonte de proteínas (HYDROS, 2005a).

No cenário nacional, a produção da pesca artesanal passou de 35% da produção de pescado marinho, em 1980, para mais da metade (52,5%), em 2002; neste ano estimou-se, também, que mais da metade do pescado consumido no Brasil era oriunda da pesca artesanal (Vasconcellos *et al.*, 2007), constituindo-se em uma das quatro principais fontes de proteína animal da alimentação humana (Dias Neto e Dornelles, 1996).

Este capítulo aborda as principais características das comunidades pesqueiras, da atividade pesqueira marinha artesanal, da produção pesqueira, incluindo um estudo de caso, e aspectos da biologia e ecologia dos principais pescados da Baía de Todos os Santos.

Comunidades pesqueiras

O litoral do Estado da Bahia (com uma extensão de 1.188 km e correspondendo a 14,5% do litoral brasileiro) abriga 347 comunidades pesqueiras, distribuídas em 44 municípios agrupados em cinco setores de pesca: Litoral Norte, Baía de Todos os Santos/Recôncavo, Baixo Sul, Litoral Sul e Extremo Sul. O setor Baía de Todos os Santos/Recôncavo abrange 15 municípios e 173 comunidades pesqueiras (Ibama, 2008b), totalizando 16 municípios, com a inclusão de São Félix **(Figura 1).**

Na Bahia, a tradição pesqueira desenvolveu-se num contexto de pobreza e marginalização social, tendo estabelecido um sistema de apropriação do mar

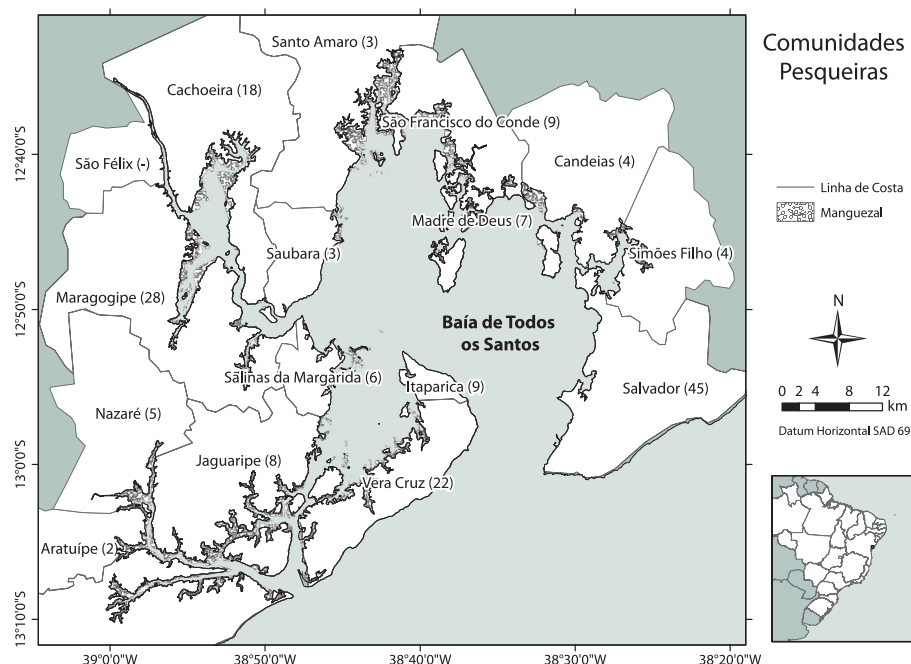



Figura 1.
Mapa da Baía de Todos os Santos, BA, com a indicação do número de comunidades dos municípios.

baseado em ética própria de cooperação, em um código funcional de honra (respeito, confiança e reciprocidade) estabelecido sob forte relação de compadrio, sem informações formais ou leis que legitimassem as demandas (Cordell, 2007).

A atividade extrativista, através da pesca, mariscagem e também pela extração de produtos dos manguezais na BTS, é importante fonte de alimentação e capital, sendo uma alternativa de emprego ou de complementação de renda (Almeida, 1996; Silva, 1996; PETROBRAS-RLAM/DITEG/SEMOP, 1999; Giannini, 2000; HYDROS, 2005b). Representa atividades de subsistência, com o objetivo de prover alimentação às famílias, que obtêm rendimento da venda do excedente e/ou de pescados mais nobres (PETROBRAS-RLAM/DITEG/SEMOP, 1999; Giannini, 2000; HYDROS, 2005b).

É uma atividade que envolve grande parcela da população dos municípios, principalmente a de baixa renda (HYDROS, 2005a). No entanto, devido à complexidade da realidade pesqueira e da comunidade local, não há informação consistente sobre o número de pescadores. Alguns dados disponíveis são: 2.000 pescadores (996 cadastrados na Colônia de Pesca Z-48, Madre de Deus) no ano de 2000 (Giannini, 2000); cadastro único de 2.826 profissionais de pesca em São Francisco do Conde, Madre de Deus e Candeias, baseado em registros oficiais das colônias e associações (PETROBRAS/PANGEA, 2004); 1.429 pescadores atuantes foram computados em sete locais (quatro municípios) ao norte da BTS, no monitoramento Petrobras, realizado entre os anos de 2003 e 2005 (PETROBRAS/

FUSP, 2005a). A título de comparação, segundo a BAHIA PESCA (1994), o setor pesqueiro do litoral baiano contava com 10.819 marisqueiros que contribuíam de maneira decisiva para a renda familiar.

A pesca é realizada principalmente pelos homens, que utilizam embarcações e múltiplos petrechos de pesca para a captura de peixes, lagostas e camarões. A mariscagem é exercida, principalmente, pelas mulheres e crianças, nas praias, coroas e nos manguezais, para a extração de moluscos e crustáceos (siris e caranguejos). O mergulho é uma atividade masculina, sendo praticado para a captura manual de moluscos e lagostas ou para a caça, com arbalete, de lagostas e peixes (HYDROS, 2005b; PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2).

Estas três modalidades são artes transgeracionais largamente difundidas nas populações costeiras da BTS (Silva, 1996). A aprendizagem do ofício passa de pai para filho e de mãe para filha, processo baseado na unidade familiar ou no grupo de vizinhança que é característico da pesca artesanal ou de pequena escala (Diegues, 1983).

O grau de participação da pesca e da mariscagem na produção e/ou na economia varia entre as comunidades pesqueiras, em função das características dos sistemas aquáticos, da presença de rios, canais e manguezais, e do tamanho da população pesqueira. Por exemplo, Tainheiros (zona urbana de Salvador), Acupe (Santo Amaro) e São Francisco do Conde (Sede) são os mais importantes portos de pesca da BTS; Pati (São Francisco do Conde), São Brás (Santo Amaro) e Salinas da Margarida são comunidades onde a mariscagem é mais importante (HYDROS, 2005b).

As populações pesqueiras são predominantemente nativas da região. Os pescadores atuam nas áreas vizinhas próximas de sua comunidade, podendo pescar em outras localidades do município, ou em outros municípios da BTS (Silva, 1996; Giannini, 2000; PETROBRAS/FUSP, 2005a). Dependendo do recurso explorado e da capacidade de deslocamento, há menor ou maior sobreposição das áreas de pesca entre os pescadores de diferentes comunidades, como foi constatado em mapeamento da atuação de pescadores de 13 comunidades; no caso da tainha, a pesca ocorre nas proximidades das comunidades e, nos casos da arraia e da sardinha, há maior deslocamento e sobreposição (HYDROS, 2005b).

Os trabalhadores estão filiados às colônias de pescadores do município de domicílio e a associações diversas. De modo geral, as colônias de pescadores dos municípios da BTS não têm infraestrutura para centralizar a produção pesqueira da região ou recursos para manter um controle eficiente da produção, não oferecendo insumos (gelo, petrechos e serviços) aos pescadores (Giannini, 2000; PETROBRAS/PANGEA, 2004; PETROBRAS/FUSP, 2005a). Um empreendimento de cultivo de ostra-do-mangue – COOPEROSTRA, é gerido por uma cooperativa de pescadores e marisqueiras, em Caboto (HYDROS, 2005b).

Dentre as 74 colônias de pescadores do Estado da Bahia, 21 estão localizadas na BTS: Aratuipe (Z-63), Cachoeira (Z-52), Candeias (Z-54), Itaparica (Z-12), Jaguaripe (Z-36), Madre de Deus (Z-48), Maragogipe (Z-07), Nazaré (Z-61), Salinas da Margarida (Z-13), Salvador (Z-01, Z-02, Z-06, Z-67, Z-03 - Bom Jesus dos Passos, Z-04 - Ilha de Maré), Santo Amaro (Z-27), São Francisco do Conde (Z-05), Saubara (Z-16) e Vera Cruz (Z-08, Z-10 e Z-11). São Félix é o único dos municípios da BTS que não possui colônia de pescadores (SEAP, 2007).

Os pescadores possuem conhecimento próprio do ambiente e das condições ambientais (PETROBRAS-RLAM/DITEG/SEMOP, 1999). Demonstram, também, deter conhecimento do impacto da pesca no ecossistema, percebendo seu papel como agentes modificadores do ambiente. Consideram que a diminuição dos pescados esteja relacionada à poluição das águas, causada pelos esgotos e efluentes despejados pelas indústrias instaladas na região, e pela pesca com explosivos (Silva, 1996; HYDROS, 2005b).

Os pescadores do Recôncavo Baiano possuem conhecimento tradicional consistente sobre biologia, ecologia e comportamento de muitos pescados, em especial dos caranguejos (principalmente o caranguejo-uçá) e siris, muitas vezes corroborado pela ciência (Souto, 2007).

Influências das culturas indígena e portuguesa podem ser constatadas nos nomes populares dos peixes, crustáceos e moluscos, como, por exemplo, papa-fumo (bem-fum), sambá (sambe), peguari (pegoari), sororoca (Silva, 1996). A cultura gastronômica também é preservada, citando-se a comunidade da ilha do Pati, na qual um grupo cultural "Paparutas" prepara pratos típicos com os pescados marinhos para as festas de todo o Recôncavo Baiano (HYDROS, 2005b).

Meios de locomoção

As embarcações utilizadas na pesca artesanal não são, necessariamente, veículos de produção de pescado, mas de deslocamento, sendo empregado o mesmo sistema de ameia da agricultura pelos não proprietários (Diegues, 1983; Dias Neto, 2002).

No Estado da Bahia (Ibama, 2008b), em 2006, foram cadastradas 11.429 embarcações, classificadas em nove categorias, além da pesca desembarcada, sendo Salvador, Maragogipe, Vera Cruz e Camamu os municípios com maior número de embarcações. Na BTS, os três primeiros municípios apresentaram a maior frota pesqueira, sendo a canoa a remo a principal embarcação cadastrada (68,3%), representando mais de 90% das embarcações em oito dos municípios, seguida pelo bote a remo (10,6%), o saveiro (6,6%) e o bote motorizado (6,0%); não foi registrada a categoria lancha industrial e não foi informado o número de embarcações cadastradas em São Félix, sabendo-se apenas tratar-se de canoas a remo **(Tabela 1)**.

Ao norte da BTS, a frota pesqueira era constituída de 1.648 (27,2%) embarcações em Salvador, 451 (7,5%) em São Francisco do Conde, 298 (4,9%) em Madre de Deus e de 158 (2,6%) em Candeias, que apresentou o menor número de categorias. A canoa a remo foi a principal embarcação cadastrada nestes quatro municípios (Salvador: 29,9%; Madre de Deus: 63,4%; Candeias: 92,4%; São Francisco do Conde: 85,4%). Em Salvador, a categoria bote a remo foi representativa (28,5%) e o saveiro e o bote motorizado foram também importantes neste município (12,6 e 12,3%) e em Madre de Deus (11,1 e 12,8%) **(Tabela 1)**.

Tabela 1. *Distribuição da frota cadastrada por município da BTS, no ano de 2006, em número de embarcações (Nº) e em percentual (%). Ni=não informado.*

Embarcação	Barco a vela		Bote a remo		Bote de alumínio		Bote motorizado		Canoa a motor		Canoa a remo		Jangada		Saveiro		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Candeias	8	5,1	2	1,3	1	0,6					146	92,4	1	0,6			158	2,6
Madre de Deus	13	4,4	6	2,0	8	2,7	38	12,8	3	1,0	189	63,4	8	2,7	33	11,1	298	4,9
Salvador	60	3,6	469	28,5	107	6,5	203	12,3	2	0,1	493	29,9	107	6,5	207	12,6	1,648	27,2
São Francisco do Conde	16	3,5	10	2,2	14	3,1	8	1,8	1	0,2	385	85,4	14	3,1	3	0,7	451	7,5
Aratuípe											107	95,5			5	4,5	112	1,9
Cachoeira	1	0,3	1	0,3							325	98,8			2	0,6	329	5,4
Itaparica	34	12,1	95	33,8	4	1,4	16	5,7			106	37,7	4	1,4	22	7,8	281	4,6
Jaguaripe	2	0,6			1	0,3	1	0,3			289	90,9	1	0,3	24	7,5	318	5,3
Maragojipe			1	0,1			2	0,2			929	99,3			4	0,4	936	15,5
Nazaré			12	24,5							36	73,5			1	2,0	49	0,8
Salinas da Margarida	3	0,9	1	0,3	8	2,5	3	0,9			291	91,8	8	2,5	3	0,9	317	5,2
São Félix											ni	100,0					ni	ni
Santo Amaro			1	0,4			2	0,8			246	98,4			1	0,4	250	4,1
Saubara	6	3,1	2	1,0	3	1,5	13	6,7	7	3,6	158	81,4	3	1,5	2	1,0	194	3,2
Simões Filho	7	5,5	20	15,7							100	78,7					127	2,1
Vera Cruz	41	7,0	22	3,8	7	1,2	79	13,5			334	57,2	7	1,2	94	16,1	584	9,6
Total	191	3,2	642	10,6	153	2,5	365	6,0	13	0,2	4,134	68,3	153	2,5	401	6,6	6,052	

Fonte: Ibama, 2008b.

A categoria pesca desembarcada, de baixíssima representatividade, tanto na BTS quanto em todo o Estado da Bahia, só foi registrada em Madre de Deus (Ibama, 2008b). Contudo, considerou-se que esta categoria foi muito subestimada, pois a pesca desembarcada (a pé) foi uma das mais frequentes nos municípios analisados **(Tabela 2)**. Nessa área, cuja pesca foi monitorada diariamente entre os anos de

2003 e 2005, os pescadores das sete comunidades pesqueiras monitoradas se deslocavam para o local de extração de pescado, principalmente através de canoa, a pé ou através de barcos (90%), dentre 15 categorias listadas **(Tabela 2**; **Figura 2)** (PETROBRAS/FUSP, 2005a).

Tabela 2. *Frequência de Ocorrência (%) dos meios de locomoção, por local de coleta e/ou desembarque.*

	Bom Jesus	Cação	Caípe	Madre de Deus	Maria Guarda	Paramana	Passé	Total
A pé	4,41	42,29	59,39	14,62	0,24	8,97	1,36	20,71
A pé/canoa	0,11	0,18	0,13	0,13	13,66	0,03		2,93
Barco	18,21	1,73	0,47	17,26	7,98	13,86	0,17	9,15
Barco/canoa				0,20		0,03		0,04
Barquinho	2,66							0,26
Batelão	0,34							0,03
Caiaque						6,86		1,25
Canoa	40,67	55,03	39,01	64,05	76,41	68,53	96,60	60,73
Canoa canadense	0,06							0,01
Catraia	20,76			2,30				2,40
Lancha	0,11			0,03	1,32			0,29
Piroga	0,17							0,02
Prancha						1,30		0,24
Saveiro	4,64							0,45
Tamanca	0,06							0,01
Em branco	7,81	0,77	1,00	1,40	0,40	0,42	1,87	1,49
Total	1768	2722	3002	2996	3786	3311	588	18173

Fonte: PETROBRAS/FUSP, 2005a.

A frota pesqueira que atuou ao norte da BTS era constituída, principalmente, de embarcações pequenas de madeira, a maioria canoas, sendo poucas as fabricadas em fibra. Outras variações regionais utilizadas foram a catraia, a prancha e a tamanca, ainda de menor tamanho, construídas em madeira ou isopor, revestidos com fibra, de fundo chato, e que serviam mais como meio de locomoção para acesso a áreas abrigadas de pesca.

Com exceção dos barcos maiores e de botes de alumínio, propelidos através de motores de centro e de rabeta, respectivamente, as demais embarcações ao norte da BTS eram impulsionadas a remo, muitas vezes utilizando pequena vela. Ressalta-se que tais embarcações não possuíam qualquer dispositivo de auxílio à navegação, comunicação, localização, pesca e conservação do pescado capturado.

A seguir, são apresentadas as características básicas das embarcações utilizadas ao norte da BTS, que são também as comumente utilizadas na BTS.

Barcos: de madeira, medindo entre 4 e 6 m, movidos com motor de centro (potência máxima de 11 HP), geralmente operados por dois a três pescadores; alguns são de fibra, com 9,0 m de comprimento. Os menores são conhecidos como barquinho e existem alguns botes de alumínio com motor de rabeta.

Batelão: de madeira, movido a remo e/ou a vela, sem convés, confeccionado em madeira, de fundo chato ou não, com comprimento entre 5 e 9 metros.

Canoas: movidas a remo e/ou com uma pequena vela auxiliar, medindo entre 3 e 5 m, sem convés, confeccionadas em madeira. Conforme o desenho e o material de confecção, este tipo de embarcação é denominado piroga (feita a partir de tronco escavado), canoa canadense (de madeira ou fibra, com a popa semelhante, na forma, à proa) e caiaque (também em fibra).

Catraia: movida a remo, com casco chato de madeira ou de isopor, de pequeno porte, geralmente operada por um pescador. Existem variantes, como a prancha (modelo ainda menor) e a tamanca.

Lancha: motorizada, com casco de madeira, comprimento abaixo de 15 metros, com casario no convés, classificada em pequena, média e grande.

Saveiro: tipo de embarcação motorizada, casco de madeira ou fibra, com quilha, com casario no convés, classificado em pequeno, médio ou grande.

Figura 2a.
Embarcações de pesca: Canoas, Botes, Saveiros e outros pequenos barcos na Colônia de Madre de Deus (Foto: Roberto Giannini).

Figura 2b.
Embarcações de pesca: Canoas em Maria Guarda, Paramana e Cação (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 2c.
Embarcações de pesca: Canoas a remo e com pequena vela, com um ou mais pescadores (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 2d.
Embarcações de pesca: Botes e Bote a vela (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 2e.
Embarcações de pesca: Saveiro e Lanchas (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 2f.
Embarcações de pesca: Catraia (Foto: Roberto Giannini) e Batelão (Foto: Cepene).

Petrechos

Um total de 18 petrechos ou combinação de petrechos, a coleta manual (CM) e o mergulho livre (ML) foram utilizados para a extração de pescados na área estuarina e costeira dos municípios da BTS, em 2006 (Ibama, 2008b) **(Tabela 3)**.

A rede de espera foi o petrecho mais importante, contribuindo com mais da metade das capturas em Simões Filho, aproximadamente 1/3 das capturas em Madre de Deus, Aratuípe, Jaguaripe, São Félix e Saubara, e mais de 16% das

capturas em outros sete municípios da BTS. Rede de cerco, rede camaraozeira, rede de arrasto de praia, linhas, curral e coleta manual foram também importantes. **(Tabela 3)**

Nas sete localidades ao norte da BTS, monitoradas entre 2003 e 2005, foram registradas 47 denominações de petrechos, classificadas em 10 grupos, cujas características são transcritas a seguir (PETROBRAS/FUSP, 2005a) (**Figura 3**).

Abalo: modalidade de rede de cerco de emalhar, que é lançada ao mar, geralmente por uma canoa. A rede permanece na água por um período variável, tempo em que os pescadores utilizam a "batida" na água para que os peixes se espantem e possam se emalhar com mais facilidade.

Armadilhas: petrechos variados com utilização de iscas. Foram registrados o manzuá, o jereré e a gaiola. O manzuá, também conhecido como covo para peixe, é uma armadilha de fundo, semifixa, para peixes ou lagostas, geralmente hexagonal, confeccionada com bambu e tela de arame ou material plástico, possuindo uma ou mais aberturas (sangas) em forma de funil, para a entrada dos organismos. O jereré, também conhecido como puçá, é uma rede em forma de saco raso, com abertura circular ou semicircular (boca) de armação, voltada para cima, confeccionada em madeira, plástico ou metal e com uma haste ou cabo por onde é manuseado; é utilizado em águas rasas ou a partir da borda de embarcação e, quando a pescaria é realizada durante a noite, usa-se um atrator luminoso na proa da embarcação para atrair os peixes e siris. A gaiola é uma armadilha de fundo, semifixa, para peixes ou lagostas, geralmente de forma retangular e confeccionada com ferro ou material plástico, possuindo uma ou mais aberturas (sangas) em forma de funil, para a entrada dos organismos.

Atratores Luminosos: lampião a gás ou a querosene, lanterna a pilha, facho e caroncha (tubo de ferro com estopa embebida em óleo diesel ou querosene) são utilizados como atratores na pesca noturna de siris e peixes.

Ferramentas Manuais: compreendem vários instrumentos como colheres, enxadinha, facas, bicheiras, forquilhas, facão, peixeira, foice, estilete, varão, fisgas etc., que permitem a escavação da lama e/ou areia para a coleta manual de moluscos (sururu, rala-coco, papa-fumo, lambreta etc.). São instrumentos utilizados na modalidade de pescaria que dispensa o uso dos petrechos da pesca tradicional, também conhecida como currupichel. Utilizados na mariscagem pelas mulheres e crianças que, geralmente em grupos, se deslocam, a pé ou embarcadas, até os baixios lamosos e/ou arenosos na baixa-mar.

Linhas: englobam todas as pescarias, de fundo ou superfície, efetuadas manualmente com linhas de náilon monofilamento de comprimento variável, de acordo com a profundidade e espécies a serem capturadas. Foram registradas as

Tabela 3. *Produção (% t) de pescados por tipo de petrecho e município da BTS, em 2006.*

Petrecho	Candeias	Madre de Deus	Salvador	São Francisco do Conde	Aratuípe	Cachoeira	Itaparica	Jaguaripe	Maragojipe	Nazaré	Salinas da Margarida	São Félix	Santo Amaro	Saubara	Simões Filho	Vera Cruz
Coleta Manual	0,98	1,22	0,41	3,43	17,86	6,45	2,34	11,85	11,02	5,13	0,22	22,67	5,56	3,56	1,31	1,79
Curral	4,60	0,07		6,35	24,40	25,06		9,14	10,98	26,46	1,52		2,35			3,53
Espinhel	0,85	0,32	1,51	1,24	0,91	0,71	4,21	1,49	3,96	0,53			0,54	3,58	2,70	2,24
Jereré		0,11	0,41	0,23	1,43	3,21	0,37	0,96	0,79	2,73	0,11		0,31	0,17		0,15
Linhas	0,87	36,73	36,40	7,25	0,58	0,48	47,50	4,01	1,20	6,52	2,99		0,51	5,17	6,71	25,13
Linhas/ Espinhel			0,05													
Linhas/Rede Espera		10,22					1,30							0,76		1,59
Mangote	16,49	1,78	1,07	0,21	0,60	2,95	0,59	0,92	2,21					7,28	4,54	3,57
Manzuá		2,65	0,23	5,17	0,55	0,48	0,73	2,31	2,21		2,93		0,76	2,21	1,65	11,03
Mergulho Livre		0,17	0,51				0,49									1,79
Rede Abalo		1,86	0,35	7,71			6,52	0,08						1,84		11,44
Rede Arrasto		0,56	0,08			0,29		4,17	0,26					3,56		0,95
Rede Arrasto de Praia	15,10	1,51	0,48	9,38	0,48	6,29	6,42	8,43	6,79	26,88	39,88		40,49	12,11	18,86	3,43
Rede Caçoeira			0,08					0,22					0,02			0,16
Rede Camaraozeira	7,22	0,03	1,21	14,64	3,25	12,16	0,61	0,96	10,52	0,37	11,32	16,54	5,29	2,02		1,40
Rede Cerco	13,85	7,40	38,80	16,79	17,31	37,14	7,91	21,35	16,41	7,70	2,61		25,09	22,60	9,22	9,34
Rede Espera	40,05	35,27	18,28	16,14	30,09	3,23	19,67	32,65	26,60	23,68	18,11	31,76	5,12	33,90	54,82	22,24
Rede/Espinhel		0,01														
Ressa			0,06	11,37	2,54	1,52	1,18	1,45	6,99		20,31	29,03	14,11	1,26		0,57
Tarrafa		0,07	0,07	0,10		0,035	0,16		0,05				0,01		0,19	0,02
Total (t)	389	898	4.870,80	920,90	397,50	790,20	492,00	903,60	3.368,30	187,10	1.054,40	91,30	1.266,60	634,90	266,70	1.856,10

Fonte: Ibama, 2008b.

linhas de mão, que são utilizadas de 2 a 3, por pescador, e as linhas de espera (linha com um ou mais anzóis, presa a uma cabaça ou a um pedaço de isopor, sendo que cada pescador pode dispor de várias destas linhas de espera e soltá-las em uma área de pesca). Nesta categoria está incluído o espinhel, também conhecido como grozeira, constituindo-se de uma linha mestra de 50 a 100 metros de comprimento, com várias linhas com um ou mais anzóis cada, totalizando entre 100 e 200 anzóis, e usado na captura de bagre, cação, paru, corvina etc.

Ratoeira: armadilha feita com lata de óleo ou em madeira para a captura do guaiamu, sendo utilizados como isca, limão, óleo de dendê etc.

Redes de Cerco: redes de emalhar que têm o objetivo de cercar os cardumes, sendo utilizadas a partir de pequenas embarcações.

Redes de Arrasto: redes de comprimento e altura variáveis, geralmente de malha bem fina (10 mm), confeccionadas com fio de algodão ou náilon mono ou multifilamento. São tracionadas com as mãos por pescadores, em enseadas, praias e margens de canais com fundo de lama ou areia, para a pesca de camarão e de peixe miúdo. Foram registradas redes de arrasto de praia, camarãozeiras e redes de agulha. A rede de arrasto de praia, que tem aproximadamente 150 a 200 m de comprimento, por 3 m de altura, é geralmente levada a locais próximos das margens por botes a remo ou paquetes, sendo então tracionada por cabos. A rede camarãozeira mede entre 6 e 40 m de comprimento e é utilizada somente durante o dia na região estuarina, a uma profundidade média de 1,5 m, para a captura de camarão.

Rede de Espera: compreende as diversas redes que ficam verticalmente na coluna d'água, podendo ser de deriva (arrastada pelas águas) ou fixas, e de superfície, meia-água ou fundo. São genericamente denominadas redes de emalhar. O náilon utilizado na confecção das redes é do tipo monofilamento ou multifilamento trançado, com malhas variando de 40 a 280 mm, dependendo da espécie a ser capturada (camarão, sororoca, serra, pescada, camurupim, guarajuba, cação, arraia etc). Foram registrados os seguintes tipos, com malhagem variável, de acordo com a pesca principal: linxeira, paruzeira, rede de caçonete, sororoqueira e tainheira. A caçoeira é uma rede de espera de fundo fixa, de malha grande (80 a 120 m), utilizada na captura de lagostas e peixes grandes, sendo geralmente composta por várias panagens emendadas. A linxeira é uma rede de espera fixa, de malha ainda maior (120 a 140 mm), para peixes grandes, geralmente arraias. A ressa é uma rede de emalhar com comprimento variando entre 100 e 300 m e altura de aproximadamente 1,5 m, sendo empregada à deriva, arrastada pelas correntes, utilizada na superfície ou meia-água, conforme a transparência da água. Conhecida também como boiadeira, é muito usada na pesca da sororoca, cavala, serra, bonito e outros.

Tarrafa: rede de pesca circular, de malhagem variada, operada por um pescador em locais rasos, a partir das margens das praias ou estuários. A pescaria é realizada com ou sem o apoio de pequenas embarcações, por ser mais apropriada a águas rasas. O uso dessa rede depende da experiência e habilidade do pescador em visualizar um cardume e lançar com presteza a rede, a qual, ao ser arremessada, se abre em círculo sobre o cardume, fechando-se quando recolhida.

No monitoramento realizado pela Petrobras, em cada pescaria (83 combinações de petrechos) foram utilizados de 1 a 5 petrechos (incluindo o mergulho). As pescarias mais frequentes na área foram realizadas com ferramentas manuais (28%), principais em Caípe, Cação, Paramana e Maria Guarda; linhas (13,5%), principais em Bom Jesus; redes de espera (12,5%), principais em Paramana; rede de abalo (12%), principal em Madre de Deus; a rede de arrasto teve baixa frequência (5,5%), sendo o principal tipo de pescaria em Passé (42%). Os estratos de pescaria (246 combinações entre meio de locomoção e petrechos) mais frequentes foram o deslocamento a pé e uso de ferramenta manual (16%), canoa com o uso de abalo (11%), canoa e linha (10%), canoa e rede de espera (9%) e canoa e ferramenta manual (8%) (PETROBRAS/FUSP, 2005a).

De modo geral, as pescarias são realizadas com equipamentos de baixo impacto ambiental. A rede de arrasto empregada na área não é de alto impacto como a rede de arrasto de fundo com portas. Esta é uma característica da pesca artesanal ou de pequena escala, que emprega tecnologia de baixo impacto e se orienta por um saber-fazer fundamentado no conhecimento tradicional (Diegues, 1983; Dias Neto, 2002). No entanto, embora proibida, a pesca com explosivos é praticada por pescadores de várias comunidades (HYDROS, 2005b).

Produção pesqueira

Inicialmente, faz-se necessário tecer algumas considerações sobre a situação em que a produção da pesca marinha e estuarina no litoral baiano está sendo descrita. Como já comentado, a pesca marinha no Estado da Bahia é historicamente (1976 – 2006) artesanal **(Figura 4)**, quadro semelhante ao do Norte e Nordeste brasileiros e diverso do Sudeste e Sul (Vasconcellos *et al.,* 2007).

As características peculiares da pesca artesanal dificultam ou tornam quase impraticável a coleta de informações e o monitoramento, sendo a precariedade das informações estatísticas da pesca artesanal uma realidade histórica mundial. Neste contexto, os métodos de avaliação dos estoques da pescaria artesanal devem ser adequados a condições de limitação de dados, maximizando o uso de diversas fontes, incluindo o conhecimento tradicional dos pescadores (Vasconcellos *et al.*, 2007).

Figura 3a.
Petrechos de pesca: Manzuá em canoa (Paramana) e Gaiola em canoa (Madre de Deus) (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 3b.
Petrechos de pesca: Ferramentas Manuais na mariscagem em Madre de Deus e em Caípe (Fotos: Roberto Giannini).

Figura 3c.
Petrechos de pesca: Rede de arrasto (Passé) (Foto: Roberto Giannini) e Tarrafa (Foto: Cepene).

Figura 3d.
Petrechos de pesca: Rede de espera (Maria Guarda) e Rede Linxeira (Paramana) (Fotos: Roberto Giannini).

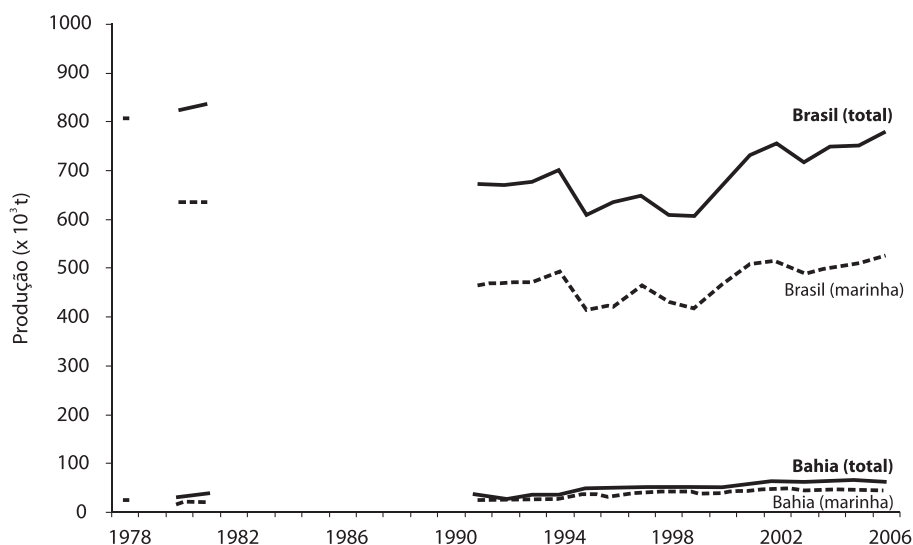



Figura 4.
Produção (t) extrativista de pescados total e marinha da Bahia entre os anos de 1978 e 2006. (Sudepe, Ibge, Ibama e Cepene)

No Brasil, a precariedade e a descontinuidade das estatísticas sobre a pesca têm sido reconhecidas nas várias revisões elaboradas nos últimos 10 anos (por ex. Paiva, 1997; Dias Neto, 2002; Vasconcellos *et al.,* 2007). Apesar desta situação, com os devidos cuidados, os dados disponíveis são úteis para o conhecimento da tendência da produção pesqueira.

O item "Produção" foi estruturado de forma a apresentar os dados oficiais de produção, disponíveis na "Estatística Pesca Brasil", referentes aos anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, considerados como registros históricos (Cepene, 2007; Ibama, 2008b); um estudo de caso da região norte da BTS, referente aos anos de 2003 a 2005 (PETROBRAS/FUSP, 2005a e b) e informações sobre a comercialização da produção. Cabe observar que, para o Estado da Bahia, não estão disponíveis dados oficiais de produção para o ano de 2004, bem como dados discriminados por tipo de pescado dos municípios, em 2003.

Espécies capturadas

Nos 16 municípios da BTS, a produção é composta de 86 tipos de pescados, sendo 67 peixes, 12 moluscos e 7 crustáceos (Cepene 2003; 2007; PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2; Ibama, 2008b). Os peixes pertencem a 52 famílias e 134 espécies, os moluscos a 13 famílias e 16 espécies, e os crustáceos a 7 e 10, respectivamente (Anexo). O nome científico das espécies foi atualizado e a ortografia corrigida (Eschmeyer e Fong, 2008; Froese e Pauly, 2008; ITIS, 2008; Conchas do Brasil, 2008).

Além dos peixes, crustáceos e moluscos explorados para a alimentação, são capturados peixes ornamentais na região de Ponta de Paramana (Giannini, 2000).

Produção e Variabilidade no período de 2002 a 2006

Na BTS, a produção total de pescados apresentou variação intra-anual no período considerado, e decréscimo entre os anos de 2002 e 2006 (**Figura 5a**). Em 2003 (14.963 t), houve diminuição expressiva da produção, que representou apenas a metade do total capturado em 2002 (28.666 t), sendo estabilizada entre os anos de 2005 e 2006, em aproximadamente 60% da produção do ano de 2002. A produção média no período foi de aproximadamente 20.035 t ± 5.961 t.

A diminuição da produção de pescados, entre os anos de 2002 e 2003, ocorreu, também, no Estado da Bahia e foi uma tendência da região Nordeste e do Brasil, com decréscimo na pesca extrativa marinha de 4,1% e 6,1%, respectivamente (Cepene, 2004); no entanto, enquanto na BTS e no litoral baiano a produção não retornou aos valores de 2002, houve recuperação da produção nacional **(Figura 4)**.

Os municípios mais produtivos no período foram Salvador, Maragogipe e Santo Amaro, que atingiram juntos, em média (anos de 2002, 2005 e 2006), 11.200 t (52% da BTS), seguidos pelos municípios de Salinas da Margarida, Vera Cruz e Jaguaripe. Os municípios de Maragogipe e Santo Amaro apresentaram a menor variação da produção entre os anos considerados, demonstrando estabilidade na produção. A produção dos municípios de Salvador, Candeias, Cachoeira e São Félix foi bastante variável **(Figura 6a)**. Excluindo-se a produção do município de Salvador, na qual está computada a produção do mar aberto, Maragogipe se sobressaiu como o município mais produtivo da BTS.

No ano de 2006, as comunidades pesqueiras que se destacaram em termos de produção foram porto São João, no município de Salvador, porto da Sede, no município de Maragogipe, e porto de Cacha Prego, no município de Vera Cruz (Ibama, 2008b).

Coerente com a predominância de canoas na frota, a produção de pescados com o uso das canoas a remo foi substancial, participando com valores superiores a 75% da produção total da BTS (2002: 26.735 t - 97%; 2003: 11.310 t - 75%; 2005: 15.454 t - 85%; 2006: 14.569 t - 79%). Volumes importantes também ocorreram com o uso de barco motorizado (municípios de Madre de Deus, Salvador e Vera Cruz), de saveiro (municípios de Itaparica, Salvador e Vera Cruz) e de catraia (municípios de Itaparica e Salvador) (Cepene, 2003; 2005; 2007; Ibama, 2008b).

Os petrechos mais produtivos da BTS, no período de 2002 a 2006, foram redes de cerco e de espera. Estes petrechos são utilizados em todos os municípios, com exceção da rede de cerco (com apoio e sem apoio), no município de São Félix. A rede de cerco com apoio, utilizada apenas em Salvador, foi o petrecho que gerou a principal produção em 2003 e 2006. Contribuições importantes foram obtidas

a

b

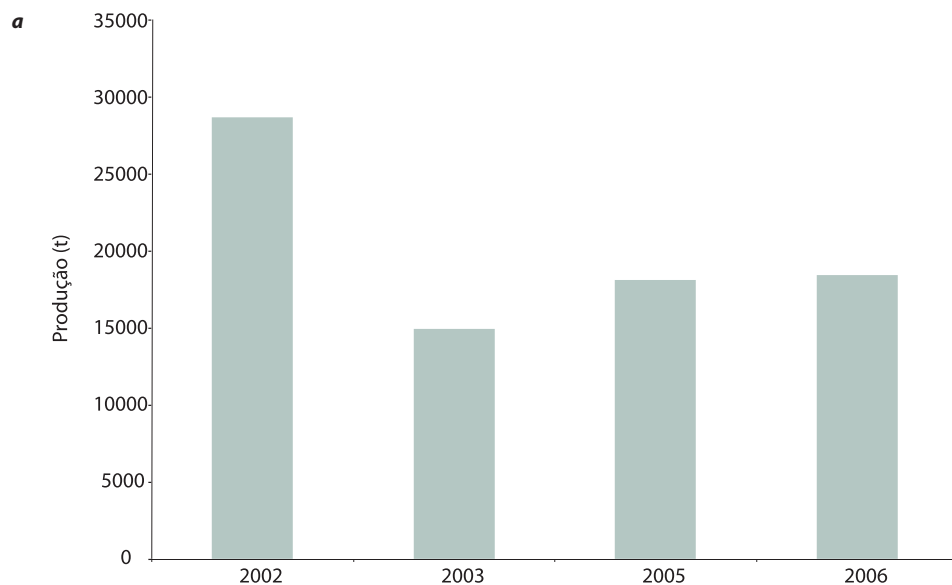



Figura 5.
*Produção (t) extrativista de pescados marinha da Baía de Todos os Santos, BA, entre os anos de 2002 e 2006: (**a**) produção total e (**b**) produção de peixes, crustáceos e moluscos (Cepene e Ibama).*

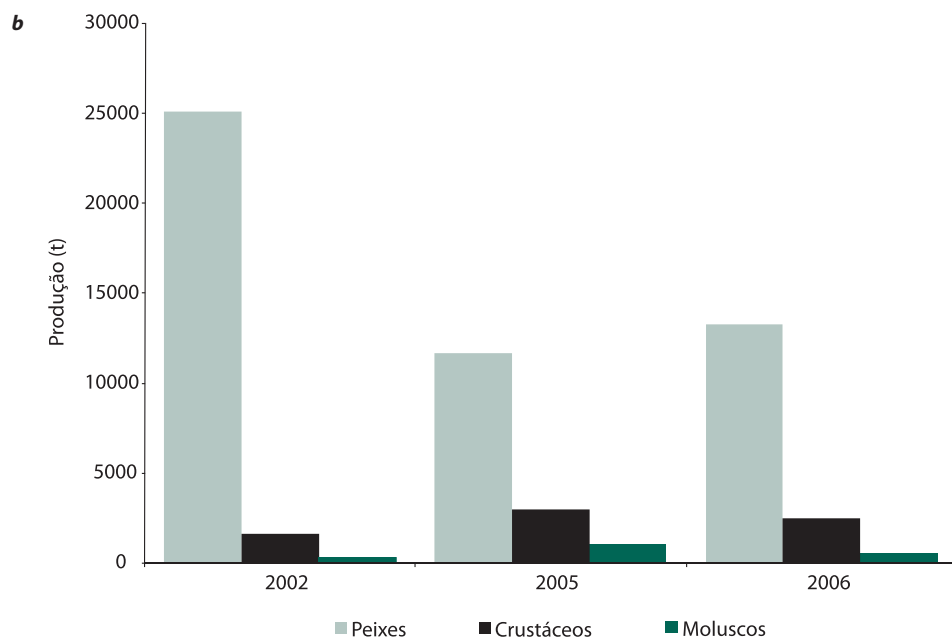



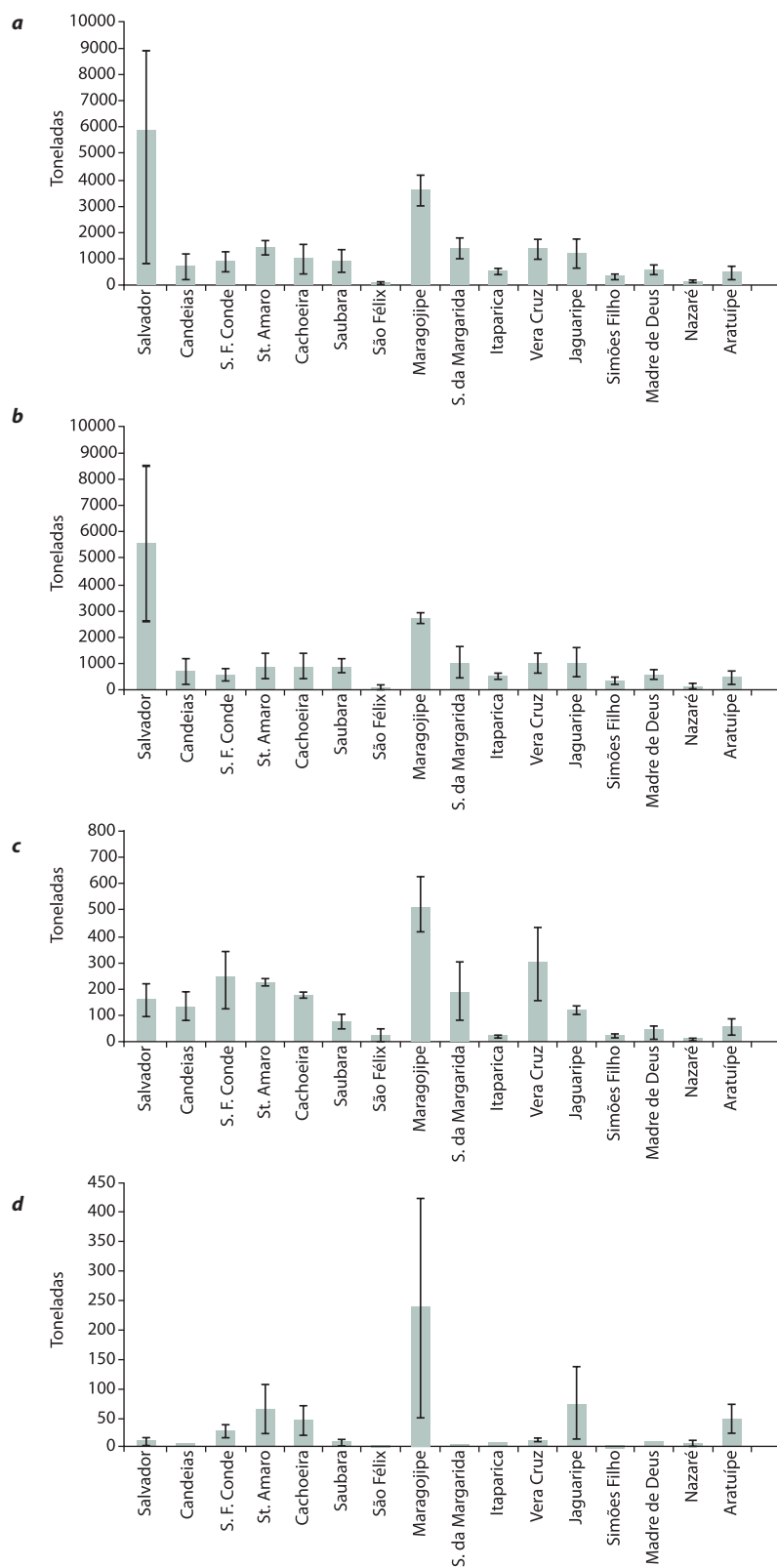
Figura 6.
*Produção (t) extrativista marinha de pescados dos municípios da Baía de Todos os Santos, BA, nos anos de 2002, 2005 e 2006: (**a**) total; (**b**) peixes; (**c**) crustáceos; (**d**) moluscos. Médias e desvios padrão.*

pela pesca com linhas, entre os anos de 2003 e 2006; de curral em 2003; de ressa de peixe e camarão, em 2005; e de arrastão de praia, em 2006 (Cepene, 2003; 2005; 2007; Ibama, 2008b) **(Tabela 4).** As linhas se destacaram nos municípios de Madre de Deus, Salvador, Itaparica e Vera Cruz. Os três municípios, que se localizam na saída da BTS, possuem áreas em mar aberto de plataforma estreita (cerca de 8 km), possibilitando o uso de maior diversidade de embarcações e de petrechos, em especial o emprego de linhas.

Tabela 4. *Proporção da produção pesqueira dos principais petrechos no período de 2002 a 2006.*

	2002		2003		2005		2006	
	t	%	t	%	t	%	t	%
Curral			1.820,3	12,2				
Linhas			2.825,8	18,9	2.410,0	13,3	3.056,9	16,6
Rede de espera	12.701,4	44,2	2.443,5	16,3	4.747,7	26,2	4.048,0	22,0
Ressa camarão					1.428,6	7,9		
Ressa peixe					1.535,4	8,5		
Arrasto de praia					1.691,3	9,3	1.698,0	9,2
Rede de cerco	9.662,9	33,7	5.087,9	34,0	3.086,7	17,0	4.012,7	21,8
Total	28.712,2		14.963,7		18.117,2		18.387,9	

Fonte: Cepene, 2003, 2004, 2007; Ibama, 2008b

Peixes predominam na produção pesqueira da BTS, mesmo quadro do litoral baiano, o que é explicado pela alta ocorrência de sardinhas no complexo sistema de baías do Estado (Cepene, 2007) e pela presença de fundos lamosos na BTS (Ibama, 2008b). A importância dos crustáceos e moluscos aumentou durante os anos de 2005 e 2006 **(Tabela 5**; **Figura 5b)** (Cepene, 2003; 2004; 2007; Ibama, 2008b).

Tabela 5. *Proporção de peixes, crustáceos e moluscos na produção total da Baía de Todos os Santos, entre 2002 e 2006.*

	2002		2005		2006	
	t	%	t	%	t	%
Peixes	25.099,6	87,0	11.674,5	64,4	13.268,2	72,2
Crustáceos	1.574,9	5,5	2.968,2	16,4	2.460,1	13,4
Moluscos	312,9	1,1	1.034,0	5,7	528,2	2,9
Outros	1.878,6	6,5	2.442,7	13,5	2.133,1	11,6
Total	28.866		18.119		18.390	

Fonte: Cepene, 2003, 2005; Ibama, 2008b.

Nos municípios, a proporção da produção de peixes, crustáceos e moluscos segue a mesma tendência da distribuição geral da BTS **(Figuras 6b, c** e **d).** Os principais produtores de peixes foram os municípios de Salvador e Maragogipe, sendo neste último onde ocorreu a menor variação anual da produção de peixes (2.598 t ± 321; CV=12,3%); as maiores variações ocorreram em Candeias (CV=82,3%) e em Salinas da Margarida (CV=62,5%). Os principais municípios produtores de crustáceos foram Maragogipe (539 t ± 104) e Vera Cruz (292 t ±137); as menores variações interanuais ocorreram em Santo Amaro (CV=4,9%) e Jaguaripe (CV=9,2%). A principal contribuição para a produção de moluscos no período foi proveniente de Maragogipe (232 t ± 180). Com exceção de Candeias, todos os outros municípios tiveram alta variabilidade da produção (CV>48%).

No período analisado, nove categorias de peixes apresentaram produção acima de 5% em um dos três anos, destacando-se as produções de sardinha e de tainha **(Tabela 6)**. Os municípios de Salvador e Maragogipe foram os principais produtores de sardinha, participando com cotas acima de 40% da produção deste pescado nos três anos. Oito municípios se sobressaíram na produção da tainha, destacando-se Salvador, no ano de 2002, Santo Amaro e Salinas da Margarida em 2005, e Vera Cruz em 2006. Salvador (45 a 50% da produção dos municípios) foi o principal produtor do vermelho, peixe capturado por linhas e um dos mais valorizados na BTS, podendo-se também citar Itaparica, Vera Cruz e Madre de Deus.

As safras da sardinha ocorreram nos 2º e 4º trimestres do ano de 2006, tanto na época chuvosa quanto na seca; a safra principal da tainha ocorreu no 3º trimestre, época seca; as safras do vermelho, em fevereiro e dezembro, e a da guaiúba, em junho-julho (Cepene, 2003; 2007; Ibama, 2008b).

Entre as nove categorias de crustáceos, os camarões contribuíram com mais de 40% da produção, no período de 2002 e 2006 (Cepene, 2003; 2007; Ibama, 2008b) **(Tabela 7)**. As safras do camarão, principalmente a do camarão pequeno (provavelmente, a maioria *Xiphopenaeus kroyeri*) ocorreram nos 1º, 2º e 4º trimestres e estão relacionadas aos períodos de defeso que as antecedem (Ibama, 2008b).

A produção de moluscos é compartida em apenas três categorias (mariscos, ostra e sururu); os mariscos contribuíram com mais de 70% da produção durante o período, indicando a importância da mariscagem nesta produção (Cepene, 2003; 2007; Ibama, 2008b). Entre os principais mariscos figuram o papa-fumo, o rala-coco e a lambreta (HYDROS, 2005b; PETROBRAS/FUSP, 2005a).

Em 2002, verificou-se, em 13 comunidades da BTS, um leve aumento da produção de crustáceos e moluscos no inverno e uma diminuição no verão, tendências relacionadas às maiores oportunidades de trabalho e à ocorrência de pescados de maior valor comercial, no verão, sendo a captura dos invertebrados destinada ao consumo (HYDROS, 2005b).

Tabela 6. *Produção das principais categorias de peixes (>5% ano) na Baía de Todos os Santos, entre 2002 e 2006.*

Categorias	% Total Espécies		
	2002	2005	2006
Agulha	11,6	0,6	2,5
Arraia	1,4	8,4	7,1
Carapeba	2,5	3,1	5,3
Manjuba	0,1	6,4	2,9
Peixe-espada	5,7	3,0	0,6
Sardinha	43,8	28,7	31,6
Tainha	23,0	9,6	6,7
Vernelho	2,0	5,7	6,1
Xangó	0,0	11,0	6,9
Total (t)	25.099,6	11.674,5	13.268,2

Fonte: Cepene, 2003, 2005; Ibama, 2008b.

Tabela 7. *Produção das principais categorias de crustáceos na Baía de Todos os Santos, entre 2002 e 2006.*

Categorias	% Total Espécies		
	2002	2005	2006
Camarão grande	10,4	11,8	9,1
Camarão médio	27,2	40,3	31,9
Camarão pequeno	4,9	27,8	22,9
Caranguejo	22,4	-	12,9
Caranguejo-uçá	-	4,1	-
Siri	32,3	15,7	22,6
Total (t)	1.574,9	2.968,2	2.460,1

Fonte: Cepene, 2003, 2005; Ibama, 2008b.

Estudo de Caso: Monitoramento Petrobras

O monitoramento Petrobras foi realizado entre agosto de 2003 e junho de 2005, através da aplicação diária de questionários em seis locais de coleta e/ou desembarque de pescados, localizados em quatro municípios do norte da BTS, tendo sido coberto um ciclo sazonal completo durante o ano de 2004 (PETROBRAS/FUSP, 2005a e b). Neste ano, a produção total foi de 187,2 t, das quais 154,8 t de

peixes, 25,4 t de crustáceos (21 t de inteiros e 4,4 t de tratados) e 7 t de moluscos (1,1 t de inteiros e 5,9 de processados).

Seguindo a mesma tendência da pesca marinha extrativa da BTS e do litoral baiano, os peixes predominaram na produção (82,8%), seguidos dos crustáceos (13,5%) e dos moluscos (3,8%).

Os principais peixes que compuseram a produção foram arraia, tainha e sardinha. Bagre, cabeçudo, vermelho, pescada, sororoca, pintado e robalo foram importantes em quantidade e/ou valor.

A ilha de Madre de Deus (29,2%), a ilha de Bom Jesus (24,9%) e Paramana (18,9%) foram os locais que apresentaram as maiores produções **(Figura 7)**. Nestas localidades, as arraias, representadas pela arraia-branca, a arraia-amarela (*Dasyatis* spp.), a arraia-manteiga (*Gymnura* spp.) e a viola (*Rhinobatos* spp.), figuraram entre os 50% principais componentes. A ilha de Bom Jesus foi a maior produtora da sardinha (35%) e, a ilha de Madre de Deus, da tainha (16%) **(Figura 8)**.

Cerca de 21 t da produção total de crustáceos (82% de camarão, caranguejo e siri) foi comercializada como inteiros no ano de 2004, predominantemente em Caípe (64%) e Cação (17%) **(Figura 9)**. Em Caípe, camarões e caranguejos representaram, respectivamente, 42% e 37% das 13,4 t de sua produção anual. Em Cação, caranguejos (32%) e siris (43,5%) foram as principais produções do total das 3,6 t. Os siris foram comercializados processados, compondo 98% da produção total anual das 4,4 t e 85% da produção de cada local, com maior representatividade nas ilhas de Maria Guarda e de Madre de Deus.

Figura 7.
Produção de peixes, crustáceos e moluscos em seis locais de coleta e/ou desembarque do norte da Baía de Todos os Santos, no ano de 2004 (PETROBRAS/FUSP, 2005).

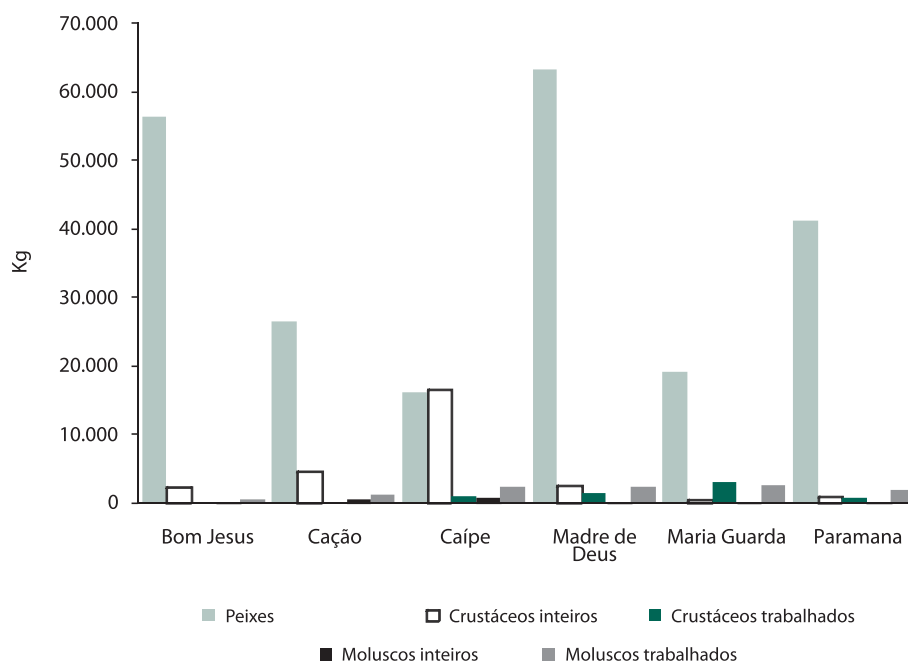
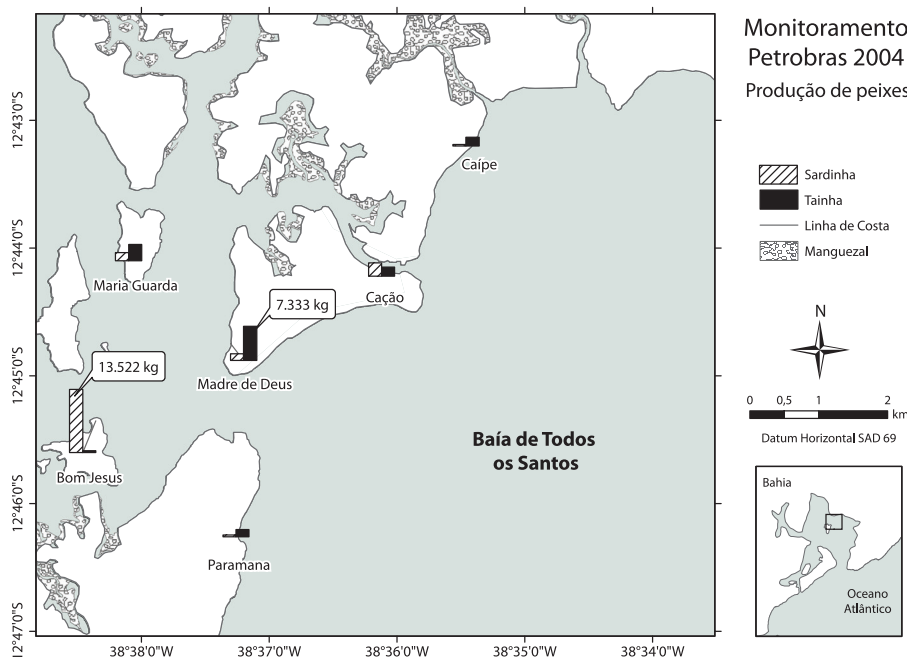



Figura 8.
Produção da sardinha e da tainha em seis locais de coleta e/ou desembarque do norte da Baía de Todos os Santos, no ano de 2004.

Da produção total de 7 t de moluscos, cerca de 84% (5,9 t) foram comercializados processados. As principais contribuições foram da ostra (24%), do papa-fumo (17%) e do peguari (17%). Caípe, Cação, ilha Madre de Deus e ilha de Maria Guarda destacaram-se na produção da ostra e do papa-fumo, indicando a sua vocação para a mariscagem. O peguari teve participação expressiva na ilha de Madre de Deus e em Paramana, provavelmente, também, como produto de mergulho **(Figura 10)**.

Durante o monitoramento Petrobras ocorreram variações intra e interanuais na produção de peixes. O total de peixes produzidos neste período de 22 meses variou de 8,3 t (agosto/04) a 19 t (fevereiro/04), sendo que os primeiros trimestres de 2004 e 2005 apresentaram a maior produção do ano **(Figura 11)**. Houve alternância do quadro de produção da tainha e da sardinha.

Os camarões e caranguejos foram responsáveis pela variação da produção dos crustáceos inteiros, e o siri pela variação dos trabalhados. A produção total mensal de crustáceos inteiros (80% da produção de crustáceos) variou de 638 kg (setembro/03) a 3.128 kg (fevereiro/04). As maiores produções foram registradas nos 1° e 2° trimestres de 2004, com valores acima de 1.500 kg. A partir de julho de 2004, os valores ficaram abaixo de 1.300 kg. Uma das explicações plausíveis seria a doença letárgica que é causada por fungos e tem provocado mortalidade nas populações do caranguejo-uçá na Bahia (Boeger *et al.*, 2005). A produção de crustáceos trabalhados foi muito inferior à dos inteiros, com valores semelhantes em todos os meses, de até 500 g **(Figura 12)**.

Figura 9.
Produção dos principais crustáceos em seis locais de coleta e/ou desembarque do norte da Baía de Todos os Santos, no ano de 2004.

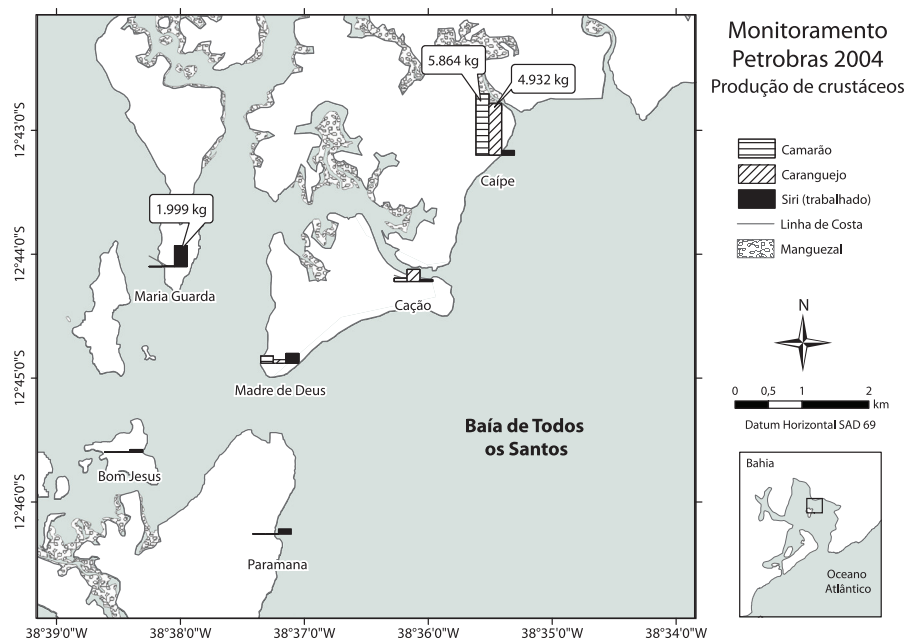



Figura 10.
Produção dos principais moluscos em seis locais de coleta e/ou desembarque do norte da Baía de Todos os Santos, no ano de 2004.

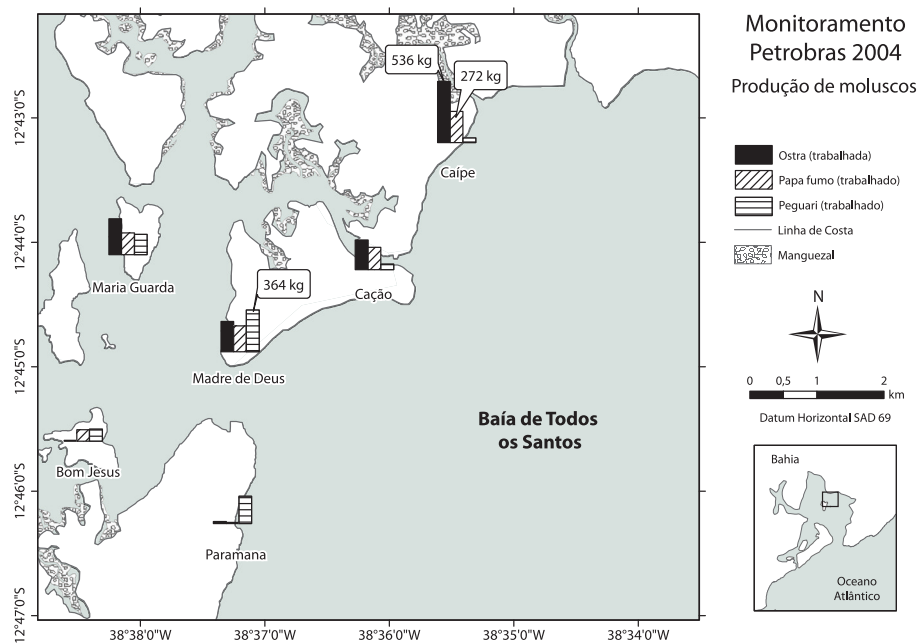
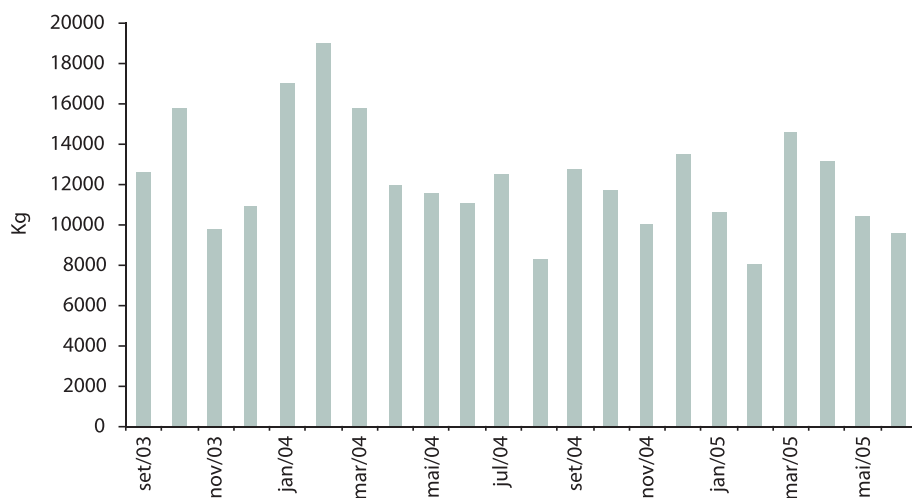



Figura 11.
Variação mensal da produção (kg) de peixes (PETROBRAS/FUSP, 2005b).

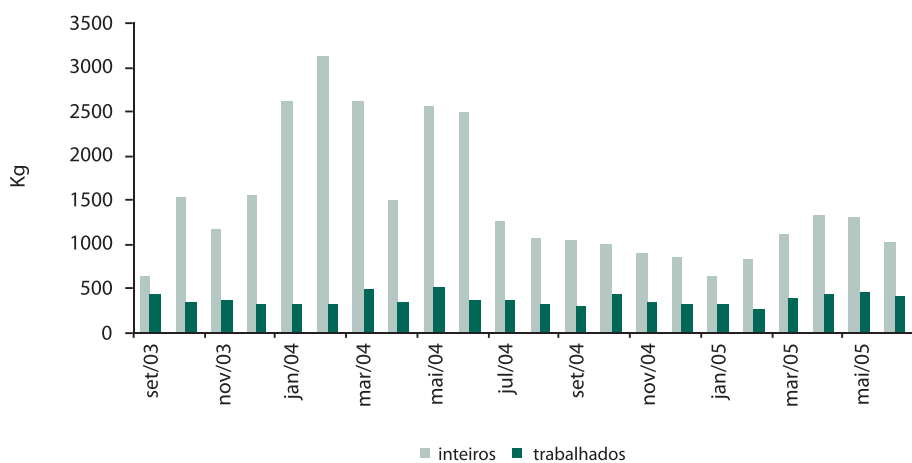



Figura 12.
Variação mensal da produção (kg) de crustáceos inteiros e trabalhados (PETROBRAS/FUSP, 2005b).

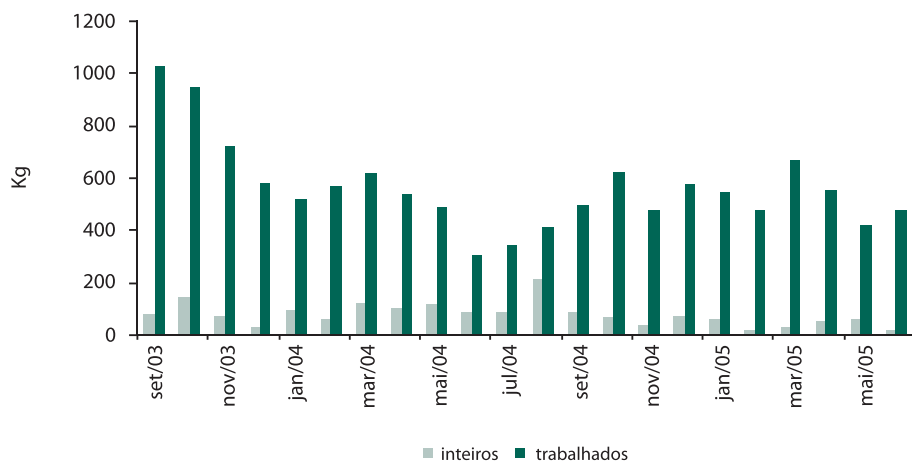



Figura 13.
Variação mensal da produção (kg) de moluscos inteiros e trabalhados (PETROBRAS/FUSP, 2005b).

As maiores produções de moluscos trabalhados (88% do total) foram registradas nos 3° e 4° trimestres de 2003 e as menores nos 2° e 3° trimestres de 2004 (**Figura 13**).

A captura da sardinha foi maior nos meses de outono e inverno (época chuvosa) e as da tainha, do camarão, do caranguejo e do peguari nos meses de primavera e verão (época seca). Nestas épocas, nas proximidades de Madre de Deus, as águas apresentam, respectivamente, características estuarinas e oceânicas (PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.1).

Comercialização

A comercialização dos pescados é realizada de forma precária na área da BTS, tal como na região Nordeste, onde há falta de assistência técnica e carência de infraestrutura em toda a cadeia, da produção à comercialização (Ibama, 2008 b).

A venda é feita na própria casa, na rua e de casa em casa, pelos próprios pescadores, alguns auxiliados pela(o) esposa(o) e outras pessoas, através de mercado ou peixaria e de atravessadores. O comércio é local ou entre municípios da BTS (PETROBRAS – RLAM/DITEG/SEMDP, 1999; Giannini, 2000; PETROBRAS/PANGEA, 2004; HYDROS, 2005b; PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2).

Esta é a realidade do processo de comercialização da pesca artesanal, que é dominado por uma rede de intermediação, que vai do atravessador individual a empresas que compram e financiam a produção, podendo haver dependência dos produtores dessa fonte de financiamento (Diegues, 1983; Dias Neto, 2002).

O preço do pescado varia sazonalmente, dependendo da oferta e demanda do mercado, sendo maior no verão em relação ao inverno (Giannini, 2000). Os crustáceos (lagosta, camarão e siri) e os moluscos (polvo, lula, peguari e sambá) são mais valorizados do que os peixes. Entre os peixes mais valorizados figuram o dentão, o vermelho e a sororoca, e entre os mais baratos, a sardinha (PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2; Ibama, 2008 b).

Os peixes são, geralmente, comercializados em unidade de massa. Os crustáceos e os moluscos são vendidos inteiros ou trabalhados, havendo várias unidades de comercialização, tais como lata, balde, litro, cento, dúzia, corda (PETROBRAS/FUSP, 2005a).

No ano de 2006, os municípios da BTS foram responsáveis por 42,5% da produção desembarcada no litoral da Bahia e por 37% do valor (R$ 73.638.749,00) **(Tabela 8)**. Salvador (9%) e Maragogipe (6%) representaram, respectivamente, a segunda e a terceira contribuições após o município de Camamu, sul da Bahia.

Tabela 8. Produção desembarcada (t) e valor (R$) nos municípios da Baía de Todos os Santos, em 2006.

	Produção(t)	R$	%
Salvador	4.870,3	18.264.842,64	9,2
Candeias	389,4	1.785.859,51	0,9
São Francisco do Conde	921,2	4.135.423,14	2,1
Santo Amaro	1.266,9	5.079.774,85	2,5
Cachoeira	790,3	3.136.799,03	1,6
Saubara	635,1	2.597.244,34	1,3
São Félix	91,5	443.463,25	0,2
Maragogipe	3.368,7	12.028.057,50	6,0
Salinas da Margarida	1.054,6	4.248.761,01	2,1
Itaparica	492,4	2.244.799,01	1,1
Vera Cruz	1.856,1	8.655.428,32	4,3
Jaguaripe	903,6	3.749.350,39	1,9
Simões Filho	266,6	1.043.711,77	0,5
Madre de Deus	898,2	3.992.528,26	2,0
Nazaré	140	675.930,24	0,3
Aratuípe	383,7	1.556.775,84	0,8
Total BTS	18.328,6	73.638.749,10	36,9
Total Bahia	43.089,2	199.346.185,78	100

Fonte: Ibama, 2008 b.

Principais pescados

Uma descrição sucinta da biologia e da ecologia dos principais crustáceos, moluscos e peixes produzidos na BTS é apresentada (**Figura 14**). Foram considerados para esta súmula conhecimentos originados de estudos desenvolvidos na BTS, acrescidos daqueles de outros locais.

Peixes

São apresentadas as descrições das sardinhas, tainhas e arraias, pela sua importância na produção da BTS, e dos lutjanídeos, por sua importância econômica.

Opisthonema oglinum, vulgarmente conhecida como sardinha, sardinha-faca ou manjuba, ocorre do golfo do Maine, EUA, até Santa Catarina, Brasil (Menezes *et al*., 2003; Froese e Pauly, 2008). É uma espécie pelágica de hábitos migratórios, podendo formar cardumes. As fêmeas tornam-se maduras entre 14 e 17 cm de comprimento furcal (Munroe e Nizinski, 2002). Apresenta crescimento rápido (k=1,2; L∞=33,7 cm de comprimento furcal) e tempo de vida curto, conforme estudo da espécie no litoral dos estados de Pernambuco e Ceará (Lessa *et al.*, 2008). Alimenta-se de peixes e crustáceos (Figueiredo e Menezes, 1978). Na região estuarina, ao norte da BTS, houve ocorrência de suas larvas, e captura em baixa abundância pela rede de abalo (PETROBRAS/FUSP, 2005 a, v.2).

As tainhas (Família Mugilidae) são peixes costeiros abundantes em águas estuarinas, que formam grandes cardumes (Menezes e Figueiredo, 1985). Quatro espécies da BTS são agrupadas como tainhas, que também recebem as denominações de chaverta, curimã e saúna: *Mugil liza* (ocorrência no Atlântico Ocidental, do sul da Flórida e Caribe ao Sudeste do Brasil), *M. curema* (ocorrência no Atlântico e Pacífico; no Atlântico Ocidental, de Massachusetts ao Sul do Brasil), *M. incilis* (ocorrência no Atlântico Ocidental, do Caribe ao Sudeste do Brasil) e *M. trichodon* (ocorrência no Atlântico Ocidental, da Flórida ao Nordeste do Brasil) (Menezes *et al*., 2003).

Mugil curema atinge até 35 cm de comprimento total (CT); *M. incilis* e *M. liza* atingem 40 cm (CT) e 1 m, respectivamente; e *M. trichodon* atinge 25 cm de comprimento padrão (CP) (Menezes e Figueiredo, 1985; Harrison, 2002). São capturadas por tarrafas e redes "tainheiras" em águas abertas ou baías do litoral da Bahia, e constituem o principal alvo da pesca de explosivos na BTS (HYDROS, 2005b).

São espécies iliófagas, isto é, sugadoras de lama, que participam da teia alimentar bentônica. Alimentam-se de algas unicelulares (diatomáceas; dinoflagelados) ou filamentosas, detritos e animais (copépodes; poliquetas) (Oliveira e Soares, 1996: *M. platanus* de Cananéia, SP; Deus *et al*., 2007: *M. curema* da Lagoa do Açu, RJ).

As raias capturadas na BTS pertencem às famílias *Dasyatidae, Gymnuridae*, *Rhinobatidae* e *Squatinidae*, destacando-se as duas primeiras. Seis espécies do gênero *Dasyatis* (Dasyatidae) ocorrem no Brasil, uma apenas na região Norte (Menezes e Figueiredo, 2003). Entre as espécies principais estão *Dasyatis americana* e *D. gutatta*. De modo geral, habitam o fundo de águas costeiras, alimentando-se de invertebrados (Figueiredo, 1977). No Ceará, a maturação gonadal de *D. guttata* ocorre com 50-60 cm de largura de disco (LD) em machos, e 60-70 cm (LD) em fêmeas; para *D. americana*, a LD é de 60-70 cm (machos) e de 80-90 cm (fêmeas) (Silva *et al*., 2007).

As duas espécies de raia-manteiga que ocorrem no Brasil são *Gymnura micrura*, que se distribui no Atlântico, da Nova Inglaterra ao Sul do Brasil e *Gymnura altavela*, com ocorrência no Atlântico (de Massachusetts à Argentina) e no Mediterrâneo

(Figueiredo, 1977; Menezes *et al*., 2003). *G. altavela* atinge 208 cm de largura de disco, e *G. micrura*, 120 cm (McEachran, 2002). Ambas são vivíparas aplacentárias.

As raias-manteiga comercializadas são cosmopolitas de águas tropicais e temperadas quentes; habitam fundos arenosos e lamosos de águas rasas, inclusive estuários e desembocadura de rios. No Brasil, estudo sobre a biologia reprodutiva de *G. micrura* foi desenvolvido em Caiçara do Norte (RN), local utilizado como berçário pela espécie (Okota e Lessa, 2006). Os machos atingem a maturidade entre 27 e 30 cm (largura de disco) e as fêmeas, entre 34 e 36 cm, sendo o tamanho de nascimento entre 15 e 17,4 cm (Okota e Lessa, 2007). No Mediterrâneo, os machos de *G. altavela* atingem a maturidade gonadal com 78 cm (largura de disco) e, as fêmeas, com 67 cm. O período de gestação pode durar de 4 a 9 meses e os fetos estão completamente desenvolvidos com 29,4 cm de largura de disco (Capapé *et al*., 1992).

Na costa central brasileira, os lutjanídeos constituem o grupo de peixes recifais mais representativo (31,8%) nos desembarques pesqueiros de linha, destacando-se *Ocyurus chrysurus* (Costa *et al*., 2005). Segundo estimativas realizadas sobre a pesca recreativa no Nordeste do Brasil, em 2001, no Estado da Bahia houve uma captura aproximada de 39,6 t/ano, estando *Ocyurus chrysurus* e *Lutjanus analis* entre as espécies-alvo (Freire, 2005).

Estudos aprofundados sobre o dentão (*Lutjanus jocu)*, a cioba (*L. analis)*, o vermelho (*L. synagris)* e a guaiúba (*Ocyurus chrysurus)* foram desenvolvidos pelo Programa REVIZEE, baseados em desembarques efetuados em Salvador (Klippel *et al.*, 2005a; Klippel *et al.,* 2005b; Leite *et al.*, 2005). As principais conclusões dizem respeito ao estado dos estoques: a guaiúba está sendo gravemente explotada, o dentão está sendo explotado em níveis adequados, de acordo com o coeficiente de mortalidade por pesca, e o vermelho e a cioba estão sendo sobre-explotados, ainda que moderadamente.

A guaiúba e o vermelho são sensíveis à exploração pesqueira, por possuírem ciclo de vida relativamente longo e taxas de crescimento somático baixas. Os parâmetros de crescimento da guaiúba são: $L\infty$= 56,7 cm de comprimento furcal e k=0,13, sendo a idade e o comprimento máximo observados nos desembarques, de 19 anos e 57 cm, respectivamente (Leite Jr *et al*., 2005). Em relação ao vermelho, os parâmetros foram $L\infty$=31,2 cm e k=0,17, e o tamanho máximo observado foi de 42 cm e a idade de 17 anos (Leite Jr. *et al*., 2005). O dentão também é uma espécie de crescimento lento e de vida longa ($L\infty$=77,22 cm, k=0,11) (Rezende e Ferreira, 2004).

Quanto à reprodução, os machos (L_{50}=18,8 cm) da guaiúba atingem a primeira maturidade com tamanho ligeiramente menor que as fêmeas (L_{50}=22,4 cm), sendo a época de desova entre outubro e maio (Franco *et al*., 2005).

Figura 14.
*Fotografias dos principais pescados. Norte da Baía de Todos os Santos. (**a**) Camarão rosa (*Farfantepenaeus sp.*); (**b**) Siris (*Callinectes sp.*); (**c**) Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*); (**d**) Sardinhas (*Opisthonema oglinum*); (**e**) Tainhas (*Mugil sp.*) (Fotos: Roberto Giannini).*

a
b
c
d
e
A alimentação do vermelho, em estudo realizado em Abrolhos (BA), é composta, principalmente, de camarões carídeos, braquiúros e peixes. Para a guaiúba, os principais itens alimentares constatados foram larvas de decápodes (megalopa) e peixes teleósteos (Fonseca, 2009).

Crustáceos

Os principais crustáceos comercializados na BTS são os camarões, caranguejos e siris (BAHIA PESCA, 2003; PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2; Ibama, 2008b).

Entre os camarões, o sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), o branco (*Litopenaeus schmitti*) e o rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) se destacam, sendo comercializados nas categorias camarão pequeno, médio e grande (Cepene, 2007; Ibama, 2008b).

O camarão-sete-barbas possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Atlântico Ocidental, desde a Virgínia (EUA) e em toda a região costeira do Brasil, e, no Pacífico Oriental, do México ao Peru (Santos *et al*., 2003). Vive ao longo da costa, entre 3 e 70 m de profundidade, sendo mais abundante entre 20 e 30 m, em fundos lamosos e, ocasionalmente, arenosos. No Atlântico Central Leste (ACL), as fêmeas atingem 140 mm e os machos 115 mm de comprimento (Tavares, 2002a). Ao largo do município de Ilhéus, sul da Bahia, as fêmeas atingem a primeira maturação gonadal com comprimento médio do cefalotórax de 13,5 mm (Santos *et al.*, 2003).

O camarão-branco ocorre no Atlântico Ocidental, de Cuba (Baía de Matanzas) ao Sul do Brasil (Amapá até o Rio Grande do Sul) (Costa *et al.*, 2003). Habita águas costeiras, sendo mais abundante entre 15 e 30 m, em fundos de lama ou areia lamosa. Nas fases de pós-larva e juvenil vive em águas estuarinas, tornando-se marinho na fase adulta. É onívoro e se alimenta de algas, detritos de plantas, vermes, moluscos e crustáceos (Tavares, 2002a). No ACL, as fêmeas atingem tamanhos superiores (235 mm) aos dos machos (175 mm).

O camarão-rosa distribui-se entre Cuba e o Estado do Rio de Janeiro, Brasil, apresentando recrutamento, principalmente, em fevereiro e outubro, ao largo de Ilhéus (Santos e Magalhães, 2001). Habita substratos moles e duros, desde a costa até 90 m de profundidade, podendo ocorrer, ocasionalmente, até 190 m. Os adultos são marinhos, enquanto os jovens são estuarinos ou marinhos, podendo ocorrer em águas hipersalinas. Fêmeas atingem 205 mm e machos, 152 m no ACL (Tavares, 2002a).

Os principais siris pertencem às espécies *Callinectes danae, C. ornatus* e *C. bocourti*, que são comercializados processados, após a retirada do cefalotórax (PETROBRAS/FUSP, 2005a, v.2). Apresentam ampla ocorrência no Atlântico Ocidental, desde o litoral dos Estados Unidos até o Sul do Brasil: *C. danae* se distribui entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Sul; *C. ornatus*, entre os estados do Amapá e do Rio Grande do Sul; e *C. bocourti*, entre o Amapá e Santa Catarina (Melo, 1996).

Callinectes danae habita fundos lamosos dos estuários, praias e oceano aberto até 75 m de profundidade. É tolerante à grande variação de salinidade. Alimenta-se de moluscos, invertebrados bentônicos, peixes e detrito (Tavares, 2002b). Em Santa Catarina, na Lagoa da Conceição, esses camarões podem viver até 3,5 anos, com os machos apresentando maior taxa de crescimento (k=0,70) e maior comprimento máximo teórico, no modelo Von Bertalanffy ($L\infty$=140 mm de largura da carapaça), do que as fêmeas (k=0,66; $L\infty$=133 mm) (Branco e Masunari, 1992). Já na Baía de Guanabara (RJ), tanto a taxa de crescimento (k=2,0) quanto a idade máxima foram menores do que em Santa Catarina (2,5 anos), assim como o comprimento teórico máximo ($L\infty$ machos=120 mm de largura da carapaça e $L\infty$ fêmeas=113 mm) (Keunecke *et al*., 2008). A reprodução é contínua, ao longo do ano, podendo

as fêmeas apresentar mais de uma desova por período reprodutivo (Costa e Negreiros-Fransozo, 1998). Os machos começam a participar do ciclo reprodutivo com 94 mm de largura da caparaça (primeira maturação gonadal) e as fêmeas com 84 mm (Branco e Masunari, 2000).

Callinectes ornatus habita fundos lamosos e arenosos até 75 m de profundidade. Tolera grande variação de salinidade (0 a 50) e temperatura (18 a 31°C) (Tavares, 2002b). Machos e fêmeas da população da Baía de Guanabara (RJ) apresentaram longevidade de 2,5 anos e taxa similar de crescimento ($k \approx 2$), mas com comprimentos assintóticos diferentes ($L\infty$ machos=94 mm de largura da carapaça; $L\infty$ fêmeas=110 mm) (Keunecke *et al*., 2008). O espectro alimentar das populações de Santa Catarina é amplo, constituído por algas, macrófitas, Foraminiferida, Mollusca, Polychaeta, Crustacea, Echinodermata e Osteichthyes, com predomínio de moluscos bivalves, camarões, caranguejos e peixes (Branco *et al*., 2002); enquanto no Sudeste (Ubatuba, SP) destacam-se os camarões, peixes e poliquetas (Petti, 1997).

Callinectes bocourti vive em águas salobras rasas e no ambiente marinho, em fundos de areia e rochosos, sendo tolerante aos ambientes poluídos. Os machos atingem 160 mm de largura da carapaça e, as fêmeas, 150 mm (Tavares, 2002b).

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, um dos principais recursos pesqueiros da BTS e de manguezais do Nordeste brasileiro, ocorre entre os estados do Amapá e de Santa Catarina (Ivo e Vasconcellos, 2000). Embora tenha sido objeto de muitos estudos no Brasil, nenhuma informação relacionada à biologia pesqueira foi localizada para a área. A sua pesca foi regulamentada pelo Ibama, em 1989, proibindo-se a pesca de machos com tamanho menor do que 45 mm de largura de carapaça e de fêmeas de qualquer tamanho. Em 1998 foi feito o primeiro defeso nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Pará e Santa Catarina; em 1999, o "braceamento" foi estabelecido como única forma de captura. Em 2003, a captura de fêmeas foi proibida anualmente entre primeiro de dezembro e 31 de maio, no Estado do Pará e na região Nordeste, podendo haver suspensão da captura durante as andadas (Mota, 2005). É importante mencionar a doença letárgica causada por fungos e que tem provocado mortalidade massiva nas populações do caranguejo-uçá na Bahia (Boeger *et al.*, 2005).

No delta do rio Parnaíba (PI), o caranguejo-uçá apresenta desova anual, entre dezembro e maio, com maior intensidade em janeiro. O comprimento de primeira maturação gonadal foi de 48 mm em machos e 45 mm em fêmeas (Ivo *et al*., 1999). Nesta região, a espécie apresenta alta taxa de crescimento, segundo o modelo de Von Bertalanffy (machos: $k=1{,}220$; $L\infty=73$ mm de comprimento da carapaça; fêmeas: $k=1{,}200$; $L\infty=68$ mm de comprimento da carapaça). Machos e fêmeas atingem o comprimento de comercialização com menos de um ano (Ivo *et al*., 1999).

Segundo os catadores tradicionais do estuário do rio Mamanguape (PB), o processo de muda desta espécie dura em torno de 28 a 29 dias e está intimamente relacionado com as fases da lua, pela sua influência nas variações do nível das marés e na porção inundável do mangue (Alves e Kioharu, 2002).

Folhas de mangue (principalmente de *Rhizophora mangle)* constituem o principal alimento do caranguejo-uçá, embora raízes, sedimento, cascas de árvores e restos animais também sejam ingeridos pela espécie (Nordhaus e Wolff, 2007).

Moluscos

Entre os três moluscos principais, há conhecimento acumulado sobre vários aspectos da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia), principalmente a cultivada, da BTS. Esta espécie atinge a primeira maturação gonadal com o tamanho de 20 mm, cerca de 120 dias após o assentamento (Nascimento *et al.*, 1980a). O tamanho de 70 mm desta ostra foi considerado ótimo para a comercialização, em termos de custo/benefício (Nascimento *et al.*, 1980b). Habita a região entremarés de ambientes protegidos, geralmente associados ao mangue, fixando-se em substratos duros (rochas, raízes do mangue vermelho *Rhyzophora mangle* e conchas), podendo atingir 12 cm (Leal, 2002a).

O papa-fumo, também conhecido como chumbinho (*Anomalocardia brasiliana*, Bivalvia), habita fundos lamosos das baías e estuários, principalmente na região entremarés, atingindo 34 mm de comprimento (Amaral *et al*., 2005). Apresenta reprodução contínua, ao longo do ano, mas, no litoral cearense, os períodos de maior eliminação de gametas ocorrem entre julho-outubro e fevereiro-abril. O comprimento mínimo em que atingem a maturidade gonadal é de 12,9 mm (comprimento da concha) (Barreira e Araújo, 2000). Resultados de investigações apontaram este molusco como um bioindicador para a detecção de poluição orgânica, inclusive de hidrocarbonetos (Porte *et al.*, 1990; Tavares *et al.*, 1988; Martins *et al.*, 2005).

O peguari (*Strombus pugilis,* Gastropoda) vive em fundos arenosos, atingindo 130 mm (Leal, 2002b). Foi apontado como um organismo útil no estudo de monitoramento realizado em Angra dos Reis, por sua elevada bioacumulação de cobalto (Co 60) (Moraes *et al*., 1992). Embora sua produção pesqueira seja importante, não há controle da pesca, havendo carência de informações biológicas sobre esta espécie (Medeiros e Araújo e Brasileiro, 2000).

Anexo

Nomes populares e científicos dos pescados capturados.

Pescados	Outros nomes populares	Família	Espécie
CRUSTÁCEOS			
Aratu		Grapsidae	*Goniopsis cruentata*
		Sesarmidae	*Aratus pisonii*
Camarão	Camarão-branco	Penaeidae	*Litopenaeus schmitti*
	Camarão-rosa	Penaeidae	*Farfantepenaeus subtilis*
	Camarão-pequeno, Camarão-sete-barbas	Penaeidae	*Xiphopenaeus kroyeri*
Caranguejo	Caranguejo-uçá	Ocypodidae	*Ucides cordatus*
Guaiamu	Caranguejo	Gecarcinidae	*Cardisoma guanhumi*
Lagosta-verde	Lagosta	Palinuridae	*Panulirus laevicauda*
Lagosta-vermelha	Lagosta	Palinuridae	*Panulirus argus*
Siri	Siri-regateira, Siri-caxanga, Siri-mulatinha, Siri-branco, Siri-do-mangue	Portunidae	*Callinectes* spp.
MOLUSCOS			
Lambreta		Lucinidae	*Lucina pectinata*
Lula		Loliginidae	*Loligo* spp.
Mapele		Solecurtidae	*Tagelus plebeius*
Marisco			
Ostra	Ostra-de-mangue	Ostreidae	*Crassostrea rhizophorae*
	Ostra-de-palma	Pinnidae	*Atrina seminuda*
Papa-fumo		Veneridae	*Anomalocardia brasiliana*
Peguari		Strombidae	*Strombus pugilis*
Polvo		Octopodidae	*Octopus* spp.
Rala-coco		Cardiidae	*Trachycardium muricatum*
Sambá		Arcidae	*Anadara brasiliana*
		Arcidae	*Arca imbricata*
		Arcidae	*Barbatia candida*
Sururu	Sururu-de-coroa	Mytilidae	*Mytella charruana*
	Sururu-de-coroa	Mytilidae	*Mytella guyanensis*
Tapu		Vasidae	*Turbinella laevigata*
		Melongenidae	*Pugilina morio*

Pescados	Outros nomes populares	Família	Espécie
PEIXES			
Agulha	Agulhinha	Belonidae	*Strongylura marina*
		Belonidae	*Strongylura timucu*
Agulha branca	Agulha	Hemiramphidae	*Hemiramphus brasiliensis*
		Hemiramphidae	*Hyporhamphus unifasciatus*
Agulhão		Istiophoridae	*Istiophorus* spp.
	Agulhão-vela	Istiophoridae	*Istiophorus platypterus*
	Agulhão-negro	Istiophoridae	*Makaira nigricans*
	Agulhão-branco	Istiophoridae	*Kajikia albida*
	Agulhão-verde	Istiophoridae	*Tetrapturus pfluegeri*
Albacora	Albacorinha	Scombridae	*Thunnus atlanticus*
	Albacora-laje	Scombridae	*Thunnus albacares*
	Albacora-bandolim	Scombridae	*Thunnus obesus*
	Albacora-branca	Scombridae	*Thunnus alalunga*
Arabaiana		Carangidae	*Seriola lalandi*
		Carangidae	*Seriola rivoliana*
		Carangidae	*Seriola dumerili*
Aracanguira		Carangidae	*Alectis ciliaris*
Arraia	Arraia-branca, Arraia-amarela	Dasyatidae	*Dasyatis* spp.
	Arraia-manteiga	Gymnuridae	*Gymnura* spp.
	Viola	Rhinobatidae	*Rhinobatos* spp.
		Squatinidae	*Squatina* spp.
		Rhinopteridae	*Rhinoptera* spp.
Badejo	Badejo-guba, Badejo-amarelo	Serranidae	*Mycteroperca* spp.
Bagre	Bagre-branco	Ariidae	*Bagre marinus*
	Bagre-amarelo	Ariidae	*Cathorops spixii*
	Bagre-amarelo	Ariidae	*Notarius luniscus*
		Ariidae	*Genidens barbus*
Baiacu	Baiacu-mangue, Baiacu-feiticeiro, Baiacu-bundinha, Baiacu-facho, Baiacu-guimba	Tetraodontidae	*Sphoeroides* spp.
		Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*
		Tetraodontidae	*Sphoeroides spengleri*
Baiacu-espinho		Diodontidae	*Chilomycterus antillarum*
		Diodontidae	*Chilomycterus spinosus*

Pescados	Outros nomes populares	Família	Espécie
Barbeiro		Acanthuridae	*Acanthurus bahianus*
		Acanthuridae	*Acanthurus chirurgus*
Boca-torta		Sciaenidae	*Larimus breviceps*
Bicuda	Barracuda	Sphyraenidae	*Sphyraena* spp.
Bijupirá		Rachycentridae	*Rachycentron canadum*
Biquara		Haemulidae	*Haemulon plumierii*
Bonito		Scombridae	*Katsuwonus pelamis*
		Scombridae	*Euthynnus alletteratus*
Budião	Budião-batata, Budião-manteiga	Scaridae	*Scarus* spp.
		Scaridae	*Sparisoma* spp.
Cabeçudo	Xáreu, Guaricema, Chumberga, Guaraiúba	Carangidae	*Caranx latus*
		Carangidae	*Caranx crysos*
Cação	Caçonete	Carcharhinidae	*Rhizoprionodon porosus*
	Cação-lixa	Ginglymostomatidae	*Ginglymostoma cirratum*
		Sphyrnidae	*Sphyrna* spp.
Cambuba		Haemulidae	*Haemulon parra*
Cangulo	Peroá	Balistidae	*Balistes vetula*
Caramuru	Moréia	Muraenidae	*Gymnothorax* spp.
Caramuru-pinho		Megalopidae	*Megalops atlanticus*
Caranha	Acaranha	Lutjanidae	*Lutjanus griseus*
Carapeba	Carapeba-branca, Carapeba-de-lama	Gerreidae	*Eugerres brasilianus*
	Carapeba-listrada	Gerreidae	*Diapterus rhombeus*
		Gerreidae	*Diapterus auratus*
Carapicu	Carapicu-branco, Carapicu-flecha	Gerreidae	*Eucinostomus argenteus*
		Gerreidae	*Eucinostomus gula*
Cavala	Cavalinha	Scombridae	*Scomberomorus cavalla*
		Scombridae	*Acanthocybium solandri*
Cherne		Serranidae	*Epinephelus niveatus*
Cioba		Lutjanidae	*Lutjanus analis*
Coró	Coró-branco, Coró-de-pedra	Haemulidae	*Pomadasys* spp.
		Haemulidae	*Haemulon steindachneri*
Corvina	Corvina-branca	Sciaenidae	*Micropogonias furnieri*
Corvina-amarela		Haemulidae	*Conodon nobilis*
Dentão		Lutjanidae	*Lutjanus jocu*
Dourado		Coryphaenidae	*Coryphaena hippurus*

Pescados	Outros nomes populares	Família	Espécie
Espada		Trichiuridae	*Trichiurus lepturus*
Galo	Peixe-galo	Carangidae	*Selene setapinnis*
	Peixe-galo, Galo-bandeira	Carangidae	*Selene vomer*
		Carangidae	*Alectis ciliaris*
		Zeidae	*Zenopsis conchifera*
Garapau	Garapau-fava	Carangidae	*Chloroscombrus chrysurus*
Garoupa		Serranidae	*Epinephelus morio*
		Serranidae	*Cephalopholis fulva*
		Serranidae	*Alphestes afer*
Guaiúba		Lutjanidae	*Ocyurus chrysurus*
Guarajuba		Carangidae	*Caranx crysos*
		Carangidae	*Carangoides bartholomaei*
Jaguaraça		Holocentridae	*Holocentrus adscensionis*
Linguado	Aramaçã	Achiridae	*Achirus* spp.
		Bothidae	*Bothus* spp.
		Cynoglossidae	*Symphurus* spp.
		Paralichthyidae	*Citharichthys* spp.
		Paralichthyidae	*Syacium* spp.
		Paralichthyidae	*Paralichthys* spp.
Mero		Serranidae	*Epinephelus itajara*
Miroró	Miroró-mirim, Mirim	Ophichthidae	*Ophichthus* spp.
		Ophichthidae	*Ophichthus gomesii*
Obarana	Ubarana	Elopidae	*Elops saurus*
Olho-de-vidro		Priacanthidae	*Priacanthus arenatus*
Paru	Paru-branco	Ephippidae	*Chaetodipterus faber*
	Paru-cagão	Pomacanthidae	*Pomacanthus paru*
Pegador		Echeneidae	*Echeneis naucrates*
Peixe-voador		Exocoetidae	*Cheilopogon cyanopterus*
		Exocoetidae	*Hirundichthys affinis*
Pena		Sparidae	*Calamus penna*
Pescada	Pescada-branca	Sciaenidae	*Cynoscion* spp.
	Pescada-amarela	Sciaenidae	*Cynoscion acoupa*
		Sciaenidae	*Cynoscion jamaicensis*
		Sciaenidae	*Larimus breviceps*
		Sciaenidae	*Macrodon ancylodon*

Pescados	Outros nomes populares	Família	Espécie
Pintado	Raia-pintada	Myliobatidae	*Aetobatus narinari*
Pocomom		Batrachoididae	*Batrachoides surinamensis*
Robalo	Robalo-flecha, Robalinho	Centropomidae	*Centropomus undecimalis*
Robalo-pena		Centropomidae	*Centropomus parallelus*
Salema		Haemulidae	*Anisotremus virginicus*
Sambuio	Bobó	Sparidae	*Archosargus rhomboidalis*
Sardinha	Sardinha-faca	Clupeidae	*Opisthonema oglinum*
		Pristigasteridae	*Pellona harroweri*
		Pristigasteridae	*Odontognathus mucronatus*
		Clupeidae	*Sardinella aurita*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Anchoa januaria*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Anchoa spinifer*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Anchoa tricolor*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Anchovia clupeoides*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Anchoviella lepidentostole*
	Pititinga, Massambê, Xangó	Engraulidae	*Cetengraulis edentulus*
Solteira	Pampo, Pampo-amarelo, Dourado, Riate	Carangidae	*Trachinotus* spp.
		Carangidae	*Oligoplites palometa*
		Carangidae	*Oligoplites saurus*
Sororoca		Scombridae	*Scomberomorus brasiliensis*
Tainha	Chaverta, Curimã, Saúna	Mugilidae	*Mugil liza*
		Mugilidae	*Mugil curema*
		Mugilidae	*Mugil incilis*
		Mugilidae	*Mugil trichodon*
Vermelho	Ariacó	Lutjanidae	*Lutjanus synagris*
Voador	Cabrinha	Triglidae	*Prionotus punctatus*
Xaréu		Carangidae	*Caranx hippos*
Xixarro		Carangidae	*Decapterus* spp.
		Carangidae	*Hemicaranx amblyrhynchus*
		Carangidae	*Trachurus lathami*
		Carangidae	*Trachurus trachurus*
		Carangidae	*Selar crumenophthalmus*

Fonte: Cepene, 2007; Ibama, 2008b; PETROBRAS/FUSP, 2005b.

Referências

Almeida, V. G. (Coord.). (1996) Caracterização taxonômica, ecológica e anatômica da ictiofauna. In: Aguiar, M C. P. de; Almeida, V. G. (Coord.). **Programa de monitoramento dos ecossistemas ao norte da Baía de Todos os Santos**. Relatório Técnico Final. Projeto 5. Salvador-Bahia, 61 p.

Alves, R. R. da N. e Nishida, K. A. (2002) A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciencia (Caracas)**, v. 27, p. 110-117.

Amaral, A. C. Z.; Rizzo, A. E.; Arruda, E. P. (2005) **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP, v. 1, 287 p.

Anderson Jr., W. D. (2002) Lutjanidae. Snappers. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication,** N. 5, p. 1479-1504.

BAHIA PESCA S.A. (1994) **Perfil do setor pesqueiro - Litoral do Estado da Bahia**. Salvador-BA.

BAHIA PESCA S.A. (2003) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Estado da Bahia-2002**. Salvador-BA, 25 p.

Barreira, C. A. R. e Araújo, M. L. R. (2000) Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae), na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, p. 9-20.

Boeger, W. A.; Pie, M. R.; Ostrensky, A.; Patella, L. (2005) Lethargic crab disease: multidisciplinary evidence supports a mycotic etiology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, p. 161-167.

Branco, J. O. e Masunari, S. (1992) Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia,** v. 9, p. 53-66.

Branco, J. O. e Masunari, S. (2000) Reproductive ecology of the blue crab *Callinectes danae*, Smith 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Island, Brazil. **Revista Brasileira Biologia**, v. 60, p. 17-27.

Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Verani, J. R.; Schveitzer, R.; Souto, F. X.; Vale, W.G. (2002) Natural Diet of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) in the Itapocoroy Inlet, Penha, SC. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, p. 35-40.

Capapé, C.; Zaouali, J.; Tomasini, J. A.; Bouchereau, J. L. (1992) Reproductive biology of the spiny butterfly ray, *Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Gymnuridae) from off the Tunisian coasts, Scientia Marina, v. 56, p. 347-355.

Cepene. (2000a) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 1999.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste, 150 p.

Cepene. (2000b) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2000.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste, 155 p.

Cepene. (2001) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2001.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 140 p.

Cepene. (2003) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2002.** Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 209 p.

Cepene. (2004) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2003.** Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 191 p.

Cepene. (2005) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2004.** Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 152 p.

Cepene. (2007) **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil 2005.** Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 211 p.

Conchas do Brasil. (2008) **Conchas do Brasil.** Disponível em http://www.conchasbrasil.org.br, acesso de julho a dezembro de 2008.

Cordell, (J. 2007) Marginalidade social e apropriação territorial marítima na Bahia. Tradução de Diegues, A. C.S. In: Costa, A. L. (org.). **Nas redes da pesca artesanal**. Brasília, Ibama, p. 253-267.

Costa, P. A. S.; Olavo, G.; Martins, A. S. (2005) Áreas de pesca e rendimentos da frota de linheiros na região central da costa brasileira ente Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ. In: Costa, P. A. S.; Martins, A. S.; Olavo, G. (Eds.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva**. Rio de Janeiro (Brasil), Museu Nacional, p. 57-70 (Série Livros n°13).

Costa, R. C.; Fransozo, A.; Melo, G. A. S.; Freire, F. A. M. (2003) Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrópica**, v. 3, 12 p.

Costa, T. M. e Negreiros-Fransozo, M. L. (1998) The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith 1869 (Decapoda, Portunidae in the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, v. 71, p. 615-627.

Deus, A. A. L.; Rocha, D. F.; Ribas, D. T.; Novelli, R. (2007) Estudo do conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces; Mugilidae) (b na Lagoa do Açu, norte do Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, 2007, Caxambu – MG. **Anais**.

Dias Neto, J. e Dornelles, L. C. C. (1996) **Diagnóstico da pesca marítima do Brasil.** Brasília, IBAMA, 165 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca, 20).

Dias Neto, J. (2002) **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasil, 164 p.

Diegues, A. C. S. (1983) **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar.** São Paulo, Ática, 287 p. (Ensaio 94).

Eschmeyer, W. N. e Fong, J. D. (2008) **Species of Fishes by family/subfamily.** Disponível em Research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.html, acesso de julho a novembro de 2008.

Figueiredo, J. L. (1977) **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras.** Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 103 p.

Figueiredo, J. L.; Menezes, N. A. (1978) **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei I.** Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 109 p.

Fonseca, J. F. (2009) **Estudo da dieta do *Lutjanus synagris*, ariacó e *Ocyurus chrysurus*, guaíuba (Lutjanidae) no banco dos Abrolhos, Bahia, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 146 p.

Franco, M. A. L.; Costa, P.A.S.; Braga, A.C.; Nardino, J. (2005) Aspectos reprodutivos da guaiúba, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), desembarcada pela frota de linheiros de Porto Seguro–BA entre 1997-2000. In: Costa, P. A. S.; Martins, A.S.; Olavo, G. (Eds.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva**. Rio de Janeiro, Brasil, Museu Nacional, p. 231-240 (Série Livros n°13).

Freire, K. M. (2005) Recreational fisheries in northeastern Brazil: Inferences from data provided by anglers. **Fisheries Assessment and Management in Data-Limited Situations**, p. 377-394.

Froese, R.; Pauly, D. (Eds.). (2008) FishBase. **World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org, version (11/2008). Disponível em: www.fishbase.org, acesso em novembro de 2008.

Giannini, R. (2000) **Análise da atividade pesqueira na região da Ilha de Madre de Deus, BA**. São Paulo, FUNDESPA, 45 p.

Harrison, I. J. (2002) Order Mugiliformes. Mugilidae. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes. part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication** N. 5, p. 1071-1085.

HYDROS. (2005a) **Análise preliminar de risco à saúde humana**. Relatório síntese, 34 p.

HYDROS. (2005b) **Análise preliminar de risco à saúde humana**. Relatório Final, V. I e II.

Ibama. (1995a) **Estatística da pesca**, 1991, Tamandaré.

Ibama. (1995b) **Estatística da pesca**, 1992, Tamandaré.

Ibama. (1995c) **Estatística da pesca**, 1993. Tamandaré.

Ibama. (1995d) **Estatística da pesca**, 1994, Tamandaré.

Ibama. (2004) **Estatística da pesca 2003**. Brasil, Grandes regiões e unidades da federação. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 98 p.

Ibama. (2005) **Estatística da pesca 2004**. Brasil, Grandes regiões e unidades da federação. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 98 p.

Ibama. (2007) **Estatística da pesca 2005**. Brasil, Grandes regiões e unidades da federação. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 108 p.

Ibama. (2008a) **Estatística da pesca 2006.** Brasil, Grandes regiões e unidades da federação. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 174 p.

Ibama. (2008b) Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino –Projeto Estatpesca. **Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2006**, Tamandaré, 385 p.

IBGE. (1983a) **Estatística da pesca**, v. 1, n. 1, 1980, 72 p.

IBGE. (1983b) **Estatística da pesca**, v. 2, n. 1, (1º semestre)1981, 70 p.

IBGE. (1983c) **Estatística da pesca**, v. 2, n. 2, (2º semestre) 1981, 70 p.

IBGE. (1984a) **Estatística da pesca**, v. 3, n. 2, (2º semestre) 1982, 74 p.

IBGE. (1984b) **Estatística da pesca**, v. 4, n. 1, (2º semestre) 1983, 86 p.

IBGE. (1985) **Estatística da pesca**, v. 4, n. 2, (2º semestre) 1983, 62 p.

IBGE. (1989) **Estatística da pesca – 1989 (1º semestre)**, Brasil, Grandes regiões, Unidades da Federação, 70 p.

ITIS. (2008). **Integrated Taxonomic Information System on-line database**. Disponível em: http://www.itis.gov., acesso de julho a novembro de 2008.

Ivo, C. T. C. e Vasconcellos, E. M. S. (2000) Potencial reprodutivo do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado na região estuarina do rio Curimatau (Canguaretama, Rio Grande do Norte, Brasil). **Boletim Técnico Científico do Cepene, v.** 8, p. 45-53.

Ivo, C. T. C.; Dias, A. F.; Mota, R. I. (1999) Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no delta do Rio Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico Científico do Cepene**, v. 7, 52 p.

Keunecke, K. A.; D'Incao, F.; Moreira, F. N.; Silva Jr, D. R.; Verani, J. R. (2008) Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, p. 231-235.

Klippel, S.; Martins, A. S.; Olavo, G.; Costa, P. A. S.; Peres, M. B. (2005a) Estimativas de desembarque da pesca de linha na costa central do Brasil (estados do Espírito Santo e Bahia) para um ano padrão (1997-2000). In: Costa, P. A. S.; Martins, A. S.; Olavo, G. (Eds.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.** Rio de Janeiro, Museu Nacional, p. 71-83. (Série Livros n°13).

Klippel, S.; Costa, P. A. S.; Olavo, G.; Martins A. S.; Peres, M. B. (2005b) Modelo probabilístico de rendimento por recruta e o estado de explotação da guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) (Perciformes, Lutjanidae) na costa central do Brasil, entre Salvador (13° S) e o cabo de São Tomé (22° S). In: Costa, P. A. S.; Martins, A. S.; Olavo, G. (Eds.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro (Brasil), Museu Nacional, p. 99-107. (Série Livros n°13).

Leal, J. H. (2002a) Bivalves. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1 Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. **Rome. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication,** N. 5, p. 25-98.

Leal, J. H. 2002b. Gastropods. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication** N. 5, p. 99–147.

Leite Jr, N. de O.; Martins, A. S.; Araújo, J. N. (2005) Idade e crescimento de peixes recifais na região central da Zona Econômica Exclusiva entre Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ (13° S a 22° S). In: Costa, P. A. S.; Martins, A. S.; Olavo, G. (Eds.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro (Brasil), Museu Nacional, p. 203-216 (Série Livros n°13).

Lessa, R; Duarte-Neto, P.; Morize, E.; Maciel, R. (2008) Otolith microstructure analysis with OTC validation confirms age overestimation in Atlantic thread herring *Opisthonema oglinum* from north-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 73, p. 1690-1700.

Martins, L. K. P; Nascimento, I. A; Fillmann, G.; King, R.; Evangelista, A. J. A.; Readman, J. W; Depledge, M. H. (2005) Lysosomal responses as a diagnostic tool for the detection of chronic petroleum pollution at Todos os Santos Bay, Brazil. **Environmental Research**, v. 99, p. 387-396.

McEachran, J. D. (2002) Batoid Fishes. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1 Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication,** N. 5, 507–589.

Medeiros e Araújo, C. e Brasileiro, I. L. G. (2000) Clam fishery in Brazil. **Journal of Shellfish Research**, v. 19, p. 622.

Melo, G. A. S. (1996) **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo, Plêiade; FAPESP, 604 p.

Menezes, N. A. e Figueiredo, J. L. (1985) **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil.** V. Teleostei IV. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 105p.

Menezes, N. A.; Buckup, P. A.; Figueiredo, J. L.; Moura, R. L. (2003**) Catálogo de espécies de peixes marinhos do Brasil.** Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 160 p.

Moraes, R. B. C; Mayr, L. M.; Penna-Franca, E. (1992) *Strombus pugilis* as a monitor of co-60 in the region of the nuclear power plant of Angra dos Reis (brasil). **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 1, p. 779-784.

Mota, R. I. (2005) A pesca do caranguejo-uçá nas regiões norte e nordeste. In: Oliveira, G. M. (Org.). **Pesca e aqüicultura no Brasil, 1991-2000: produção e balança comercial,** p. 65-68.

Munroe, T. A. e Nizinski, M. S. (2002) Clupeidae. Herrings (shads, menhadens). In: Carpenter, K.E. (ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol.2: Bony fishes. part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication**, N. 5, p. 804-830.

Nascimento, I. A.; Silva, E. M.; Simões Ramos, M. I.; Santos, A. E. (1980a) Development of the primary gonad in the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*; age and length at first spawning. **Ciência e Cultura**, v. 32, p. 736-742.

Nascimento, I. A.; Pereira, S.A.; Souza, R. C. (1980b) Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) in Todos os Santos Bay, Brazil. **Aquaculture**, v. 20, p. 1-8.

Nordhaus, I. e Wolff, M. (2007) Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. **Marine Biology**, v. 151, p.1665-1681.

Okota, L. e Lessa, R. P. (2006) A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. **Environmental Biology of Fish**, v. 75, p. 349-360.

Okota, L. e Lessa, R. P. (2007) Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 48, p. 249-257.

Oliveira, I. R. e Soares, L. S. H. (1996) Alimentação da tainha *Mugil platanus* Guenther, 1880 (Pisces: Mugilidae), da região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 23, p. 95-104.

Paiva, M. P. 1997. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. Fortaleza, EUFC. 287 p.

PETROBRAS/FUSP. (2005a) **Programa de Monitoramento Ambiental na Área de Influência da Refinaria Landulpho Alves** (PROMARLAM). Relatório Final. São Paulo-SP. 6 volumes.

PETROBRAS/FUSP. (2005b) **Programa de Monitoramento Ambiental na Área de Influência da Refinaria Landulpho Alves** (PROMARLAM). Produtividade Pesqueira, Relatório Complementar. São Paulo-SP, 18 p.

PETROBRAS/PANGEA. (2004) **Diagnóstico sócio-ambiental das comunidades pesqueiras de São Francisco do Conde, Madre de Deus e Candeias**. Relatório Final. Salvador-BA.

PETROBRAS-RLAM/DITEG/SEMOP. (1999) **Relatório de estudo ambiental do empreendimento de dragagem do canal de acesso ao Terminal Marítimo RLAM/DIMOV em Madre de Deus**. RL-4100.02.6631-931-PTA-001. Madre de Deus, 110 p.

Petti, M. A. V. 1997. Papel dos crustáceos braquiúros na rede trófica da plataforma interna de Ubatuba. São Paulo (Brasil), **Nerítica**, v. 11, p.123-137.

Porte, C.; Barcelo, D.; Tavares, T. M.; Rocha, V. C.; Albaiges, J. 1990. The use of the mussel watch and molecular marker concepts in studies of hydrocarbons in a tropical bay (Todos os Santos, Bahia, Brazil). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.19, p. 263-274.

Rezende S. M. e Ferreira, B. P. (2004) Age, growth and mortality of dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) in the northeast coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, p. 107-121.

Santos, M. do C. F.; Freitas, A. E. T. de S.; Magalhães, J. A. D. (2003) Aspectos biológicos do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) capturado ao largo do município de Ilhéus (Bahia – Brasil). **Tamandaré - Boletim Técnico Científico do Cepene**, v.11, p. 175-187.

Santos, M. C. F. e Magalhães, J. A. D. (2001) Recrutamento do camarão rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Perez-Farfante, 1967) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), no litoral sul do Estado da *Bahia* - Brasil. **Tamandaré - Boletim Técnico Científico do Cepene**, v. 9, p. 73-85.

SEAP. (2007) **Relação de organizações.** Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP. Subsecretaria de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca - Gerência de Cooperativismo – GECOOP. Presidência da República, 455 p.

Silva, G. B.; Basílio, T. H.; Nascimento, F. C. P.; Fonteles-Filho, A. A. (2007) Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, 14-18.

Silva, S. A. H. (Coord.). (1996) Estudos de aspectos etnobiológicos em populações sobre a influência da Petrobras. In: Aguiar, M. C. P. de e Almeida, V. G. (Coords.). **Programa de monitoramento dos ecossistemas ao norte da Baía de Todos os Santos**. Relatório Técnico Final. Projeto 7. Salvador-Bahia, 59 p.

Souto, F. J. B. (2007) Uma abordagem etnoecológica da pesca do caranguejo, *Ucides cordatus*, Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura), no manguezal do Distrito de Acupe (Santo Amaro-BA). **Revista Biotemas**, v. 20, n.1.

SUDEPE. (1978) **Estatística da pesca** – **produção 1978**, 84 p.

SUDEPE/IBGE. (1975) **Estatística da pesca – produção 1972**, 20 p.

Tavares, M. (2002a) Shrimps. In: Carpenter, K. E. (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol.1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication,** N. 5, p. 251-292.

Tavares, M. (2002b) True Crabs. In: Carpenter, K. E. (ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol.1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. Rome. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication,** N. 5, p. 327-352.

Tavares, T. M.; Rocha, V.C.; Porte, C.; Barcelo, D.; Albaiges, J. (1988) Application of the mussel watch concept in studies of hydrocarbons, PCBs and DDT in the Brazilian bay of Todos os Santos (Bahia). **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, p. 575-578.

Vasconcellos, M.; Diegues, A. C.; Sales, R. R. (2007) Limites e possibilidades na gestão da pesca artesanal costeira. In: Costa, A. L. (Org.). **Nas redes da pesca artesanal**. Brasília, IBAMA, p. 15-84 e Anexo 2.

VI

Bahia de
todolos sã
tos
TERRAS
DE DO
ALVA
RO DA
COSTA
I. dosfrades
Ilha de
Maree
I. domedo
Cidade de
Salua
dor

Boypeba

I: dos frades

I: do medo

Bahia de todolos sãtos

TERRAS DE DO ALVARO DA COSTA

TAPARICA

baixos de preamar dagoas viuas

Ambiente Bentônico

Francisco Carlos Rocha de Barros Junior
Igor Cristino Silva Cruz
Ruy Kenji Papa de Kikuchi
Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão

Introdução

Um dos maiores problemas da sociedade humana é certamente o fato de que a cultura moderna pode mudar tão profundamente a complexa maneira com que os sistemas naturais do globo funcionam, que esses sistemas não poderão mais fornecer suporte para que essa cultura persista (Maurer, 1999). Atividades humanas fundamentalmente alteram processos em diversas escalas (*e.g.* locais, regionais, continentais, globais) e podem levar a mudanças drásticas no funcionamento de ecossistemas importantes para a sociedade (Vitousek *et al.*, 1997), como, por exemplo, os diferentes sistemas bentônicos costeiros.

Ambientes bentônicos costeiros estão entre os sistemas mais produtivos do globo. Sistemas costeiros como estuários e recifes de corais suportam uma grande diversidade de vida e podem fornecer locais de refúgio, desova, criação, alimentação e reprodução para muitas espécies comercialmente importantes. Organismos bentônicos são importantes membros na base de cadeias tróficas marinhas, podendo ser consumidores de detritos, fitoplâncton e zooplâncton e também servindo de recurso alimentar para consumidores em níveis superiores. Adicionalmente, possuem um papel importante na ciclagem de nutrientes, na manutenção da qualidade da água e podem ser indicadores da qualidade ambiental.

A ecologia trabalha com as associações de espécies presentes nos ecossistemas e procura compreender os mecanismos que causam mudanças temporais e espaciais na distribuição dos organismos. Assim sendo, a ecologia possui responsabilidade na solução de problemas ambientais (Levins e Lewontin, 1980; Begon *et al.*, 1990), e está diretamente relacionada ao fornecimento de informações apropriadas para a preservação da diversidade biológica (Lubchenco *et al.,* 1991). A compreensão dos padrões de distribuição de organismos em seus *habitats* é de vital importância, uma vez que a natureza desta distribuição fornece informações acerca dos fatores físicos e processos ecológicos que regulam as populações e comunidades (Levins e Lewontin, 1980; Nanami *et al.*, 2005). Na prática, existe a necessidade de testar a existência de padrões consistentes para que, posteriormente, possam ser realizados estudos sobre mecanismos causais (Underwood *et al*., 2000). Sistemas marinhos possuem padrões espaciais em larga escala, relativamente menos entendidos do que os sistemas terrestres. Comunidades bentônicas marinhas possuem um enorme potencial para a determinação desses padrões (*e.g.* Rex *et al.*, 2005; Engle e Summers, 1999; Anderson *et al.*, 2005). Nesse contexto o presente capítulo apresenta os estuários e recifes de corais, dois importantes ambientes bentônicos da Baía de Todos os Santos (BTS).

Estuários

Estuários estão entre os sistemas mais produtivos da zona costeira e são considerados, por alguns estudos, como um dos *habitats* mais impactados do mundo. Poucos estuários em regiões tropicais e subtropicais existem em condições próximas ao seu estado natural (*e.g.* Edgar *et al.,* 2000). Impactos ecológicos em estuários são causados principalmente pelo rápido crescimento populacional e pelo desenvolvimento desordenado na maioria das regiões costeiras (Kennish, 2002).

A Baía de Todos os Santos (BTS) não é exceção, com centros urbanos e diversas atividades humanas em suas margens. Os efeitos adversos causados por contaminantes introduzidos nesse ecossistema, por despejos industriais, domésticos e atividades portuárias, foram investigados por alguns autores. Os sedimentos em vários locais da Baía possuem altas concentrações de diferentes poluentes e com efeitos na população local (vide Capítulo VII).

Atualmente, muitos trabalhos realizados na BTS ainda se encontram sob a forma de relatórios de acesso restrito. Entre esses, ressaltam-se o "Diagnóstico do grau de contaminação da Baía de Todos os Santos por metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo a partir da análise das suas concentrações nos sedimentos de fundo e na biota associada", divulgado pelo CRA (Centro de Recursos Ambientais, atualmente Instituto do Meio Ambiente) em 2004, o "Diagnóstico ambiental marinho da área de influência da Refinaria Landulpho Alves (RLAM), Mataripe, DAMARLAN" (PETROBRAS/ FUNDESPA, 2003) e o "Programa de monitoramento ambiental do ecossistema estuarino na área de influência da Refinaria Landulpho Alves" (PETROBRAS/FUSP, 2005), ambos financiados pela Petrobras em 2003 e 2005, respectivamente.

No referido estudo do CRA (2004) foram realizadas duas campanhas de amostragem descrevendo as comunidades bentônicas em estações do infralitoral em boa parte da região central da BTS, na primeira campanha, e em áreas críticas principalmente ao norte e nordeste da BTS, na segunda campanha. Com os resultados da primeira campanha, foi sugerido que a região da foz do Subaé, seguida pelas regiões de Itapagipe, Aratu e Madre de Deus foram as que apresentaram as maiores alterações da comunidade bentônica. Na segunda etapa, foram observadas alterações em quase todas as áreas consideradas como críticas. Entretanto, também foi sugerido que contaminantes não considerados no estudo (*e.g.* pesticidas) e/ou fatores naturais (*e.g.* sazonalidade, dinâmica reprodutiva, ação de parasitas) poderiam estar causando os padrões observados. Adicionalmente, este mesmo estudo (CRA, 2004) determinou os teores dos metais e hidrocarbonetos em moluscos e crustáceos em várias localidades no entorno da BTS e, a partir de uma análise preliminar de risco à saúde humana, foram observados riscos múltiplos relevantes para as localidades de Suape, Pati, São Francisco do Conde, São Brás, Acupe, Saubara, Bom Jesus dos Pobres e Salinas da Margarida.

No estudo PROMARLAN (PETROBRAS/FUSP, 2005), foram realizadas duas campanhas quando foram coletadas 39 estações, 25 no infralitoral na área adjacente da RLAM em Mataripe, 8 no infralitoral em áreas denominadas de controles e 6 no mediolitoral. Foram utilizados pegadores de fundo e *corers* para amostragem no infralitoral e no mesolitoral, respectivamente. O trabalho sugeriu que a concentração de hidrocarbonetos, metais e o tipo de sedimento, como os principais fatores estruturadores das comunidades da macrofauna, sendo responsáveis pelo baixo número de espécies, baixa diversidade e densidade encontradas na região adjacente à refinaria.

No que se refere aos artigos publicados, Silva *et al*. (1981), Tavarez *et al*. (1988) e Porte *et al.* (1990) determinaram vários contaminantes inorgânicos e orgânicos em moluscos da região entremarés em alguns locais da BTS. As comunidades bentônicas estuarinas da região entremarés na BTS foram sugeridas como indicadores de estresse ambiental por Peso-Aguiar *et al*. (2000); os efeitos da contaminação orgânica sobre a biota foram investigados por estudos toxicológicos (Nascimento *et al*., 2000a; 2000b) e por trabalhos experimentais com ostras (Wallnerr-Kersanach *et al.*, 1994).

Os trabalhos de Venturini *et al*. (2004) e Venturini e Tommasi (2004), derivados do Projeto DAMARLAM (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003) citado acima, avaliaram a influência da Refinaria Landulpho Alves nas comunidades bentônicas do infralitoral adjacente. No primeiro artigo, foram relacionados, tanto fatores naturais como antrópicos, a modificações na estrutura da macrofauna bentônica, sendo que as comunidades mais próximas à refinaria foram as mais pobres. O segundo trabalho indicou modificações importantes na estrutura trófica das comunidades de poliquetas associadas principalmente à contaminação por hidrocarbonetos em estações mais próximas da refinaria. Alves *et al*. (2006) trabalharam com a macrofauna do infralitoral na BTS e sugeriram uma relação positiva entre riqueza faunística e heterogeneidade dos sedimentos.

Alguns aspectos ecológicos da BTS foram abordados em um livro publicado recentemente (Queiroz e Celino, 2008). Nessa publicação, no que se refere a trabalhos em sistemas bentônicos, foram estudados contaminantes em folhas e sedimentos de manguezais ao norte da BTS e na Baía de Aratu (Garcia *et al.*, 2008; Leão *et al.*, 2008) e a diversidade de crustáceos em áreas impactadas por atividades petrolíferas (Calado *et al.*, 2008).

Os trabalhos de Barros *et al*. (2008) e de Hatje *et al*. (2006) descreveram os padrões de distribuição da macrofauna bentônica nos estuários dos rios Paraguaçu e Subaé, respectivamente, e relacionaram esses padrões com variáveis sedimentológicas e com o teor de metais, sugerindo que a fauna bentônica é influenciada pela contaminação em alguns locais.

Todavia, ainda existe uma carência de estudos na BTS, onde as comunidades bentônicas em fundos inconsolidados são relativamente pouco conhecidas e possuem um grande potencial para testes de hipóteses ecológicas, especialmente sobre efeitos de atividades antrópicas através de estudos manipulativos que permitam caracterizar relações de causa e efeito.

Recifes de Corais

Mudanças observadas nos recifes de corais da BTS podem ser diagnosticadas graças a um histórico de mais de cem anos de estudos. Um dos primeiros naturalistas a comentar sobre os recifes do Estado da Bahia foi Charles Darwin que esteve em Salvador em 29 de fevereiro de 1832 (Darwin, 1839). Embora em sua obra *The Structure and Distribution of Coral Reefs*, publicada em 1842, não haja descrição específica dos recifes da BTS, Darwin comenta sobre a morfologia geral dos recifes localizados ao longo das costas dos estados de Pernambuco e da Bahia, e estes são citados como exemplos de recife em forma de franja. C. Darwin comentou com Charles Hartt, naturalista canadense e integrante da Comissão Geológica do Império Brasileiro, sobre a existência de depósitos terrestres de conchas próximos aos recifes da BTS (Hartt, 1870). Embora Hartt não tenha encontrado os depósitos de conchas a que Darwin se referira, visitou os recifes e coletou exemplares de corais e outros cnidários que foram enviados ao naturalista norte-americano Addison E. Verrill da Universidade de Yale. Este material gerou o primeiro levantamento faunístico dos recifes brasileiros, incluindo descrições de alguns organismos (Hartt, 1870). Hartt relatou, ainda, a presença de fornos de cal que utilizavam corais extraídos dos recifes da ilha de Itaparica e do entorno da vila de Peri-Peri. Em 1871, um jovem paleontólogo norte-americano, aluno de Hartt na Universidade de Cornell, Richard Rathbun, foi designado para participar de uma expedição ao Brasil a qual foi batizada em homenagem a Charles Hartt. Os trabalhos executados durante esta expedição resultaram em duas publicações que tratam dos recifes da BTS, uma descrevendo os recifes da Bahia (Rathbun, 1876) e outra descrevendo, em particular, o recife da ilha de Itaparica (Rathbun, 1878).

Após Rathbun, passou-se um longo tempo até que os recifes da BTS, assim como os demais recifes brasileiros, voltassem a ser estudados. Isso ocorreu em 1962 quando a Expedição Calypso do oceanógrafo francês Jacques Cousteau trouxe ao Brasil o biólogo francês Jacques Laborel que revisou e detalhou os estudos de Hartt, de Verrill e de Rathbun. Nesse ano a industrialização já havia se iniciado no entorno da BTS, de maneira ainda tímida, porém estimulada pela produção de petróleo. Laborel encontrou apenas uma mudança, em relação às descrições dos trabalhos

anteriores, a ausência da espécie de coral *Favia leptophylla*. Duas hipóteses foram levantadas por ele para explicar este fato: a primeira seria um equívoco de Verrill e Rathbun que poderiam ter confundido a espécie *Montastraea cavernosa* com *F. leptophylla*; a segunda seria que a espécie *F. leptophylla* tivesse sido extinta da BTS devido ao aumento da turbidez da água decorrente da atividade de uma fábrica de cimento localizada em Tubarão, ao sul da praia de Inema, a noroeste de Salvador. A presença de blocos de recifes e restos de corais nesta área comprova que a fábrica utilizou material da estrutura recifal para a produção de cimento (Laborel, 1969).

Só em 1983 pesquisadores brasileiros realizaram estudos nos recifes da BTS quando Tânia M. F. Araújo e Zelinda M. A. N. Leão fizeram um levantamento dos recifes da ilha de Itaparica. Pela primeira vez os recifes das Caramuanas, ao sul da ilha, foram descritos (Araújo, 1984). Em 1998 pesquisadores e alunos do Instituto de Geociências da UFBA retornaram aos recifes das Caramuanas para aplicar, pela primeira vez no Brasil, um protocolo de monitoramento elaborado para avaliar o estado vital dos recifes do oceano Atlântico – *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment* (AGRRA) (Kramer *et al*., 2005). Em 2003 os recifes internos da BTS tiveram seu primeiro levantamento quantitativo realizado através da técnica do vídeo-transécto e diversas mudanças na comunidade de corais foram identificadas durante este trabalho (Dutra *et al*., 2006). Em 2007, durante um amplo levantamento dos recifes da BTS, foi confirmada a maioria das mudanças constatadas por Dutra *et al*. (2006), bem como diversas outras alterações nos recifes da ilha de Itaparica (Cruz, 2008).

Os sistemas bentônicos da Baía de Todos os Santos

O bentos estuarino

Numerosos estudos têm demonstrado que a distribuição espacial de organismos aquáticos, como invertebrados bentônicos, pode ser afetada por diversas variáveis ambientais naturais (*e.g.* Gray, 1974; Ellingsen, 2002; Blanchet *et. al*., 2005; Lu, 2005; Munari *et al*., 2005), principalmente pelas características texturais dos sedimentos, a salinidade, a profundidade, o pH e o oxigênio dissolvido. (*e.g.* Gray, 1974; Snelgrove e Butman, 1994; Ellingsen, 2002). Estes fatores promovem uma grande heterogeneidade de ambientes, criando vários tipos de *habitats* e, consequentemente, determinando a variabilidade em diferentes escalas. Além de fatores físicos e químicos, as interações biológicas também exercem influência

sobre o padrão de distribuição de espécies por meio de interações entre os organismos (*e.g.* Hampel *et al.,* 2003; Bazaïri *et al.*, 2003). Outro fator importante é a ação antrópica que pode, por exemplo, introduzir nutrientes e metais (Long *et al.*, 1995; Weis *et al.*, 2004) em sistemas estuarinos.

A importância da influência da água doce em comunidades bentônicas marinhas é um problema conhecido há muito tempo (*e.g.* Michael e Allen, 1921) e muitos estudos realizados em estuários têm ressaltado a salinidade como um fator importante na composição e na diversidade de invertebrados bentônicos (*e.g.* Attrill, 2002). Reconhecidamente, a zona estuarina está entre os mais importantes ambientes de transição, sendo uma das áreas mais produtivas do planeta e podendo funcionar como zona de alimentação, de rotas migratórias e de berçário para muitas espécies (*e.g.* Chapman e Wang, 2001).

Paradoxalmente, a maior parte dos estuários no globo é influenciada de algum modo por atividades antrópicas, consequência principalmente do rápido crescimento populacional e do desenvolvimento desordenado da maioria das regiões costeiras (Kennish, 2002). Adicionalmente, esses impactos provavelmente irão aumentar, devido ao crescimento da população global (WRI, 1996; Acevedo-Figueroa *et al.*, 2006).

Peters (1991), em sua crítica à ecologia, sugeriu que todo fenômeno biológico é especial e único, mas que a descrição de eventos únicos não auxilia na construção de uma ciência com poder de predição. Assim, o conhecimento de padrões gerais deve ser utilizado para que haja o entendimento de casos particulares no contexto mais amplo de teorias científicas. Um dos desafios da ecologia de comunidades é identificar quais os eventos que ocorrem em certo ecossistema e que podem ser atribuídos a processos determinísticos envolvendo populações de diversas espécies e suas interações (Maurer, 1999). Cientistas da área de meio ambiente frequentemente constroem modelos teóricos ou matemáticos. Hidrólogos e oceanógrafos físicos, por exemplo, utilizam modelagem para sintetizar informações e prever situações. Na área biológica (*e.g.* oceanografia biológica, ecologia marinha), geralmente, os modelos abordam sistemas em escalas muito menores (Valiela, 2001) e contribuições importantes podem ser alcançadas quando são testados modelos em escalas maiores (*e.g.* Chase e Leibold, 2002).

Apesar das assembléias bentônicas serem bons indicadores de condições ambientais, estabelecer relações causais entre agentes estressores e efeitos sobre a distribuição de abundância de organismos em sistemas estuarinos é uma tarefa difícil (Elliott e Quintino, 2007). Isto se deve principalmente à complexidade físico-química e biológica destes sistemas e também à variedade de fatores que contribuem e neles interagem, os quais podem modificar a resposta da biota aos agentes estressores (*e.g.* Adam, 2005). Apesar da grande variabilidade inerente

aos estuários, vários trabalhos mostram que assembléias bentônicas podem demonstrar respostas previsíveis (*e.g.* Stark *et al.*, 2003; Nanami *et al.*, 2005).

Assim, o conhecimento dos padrões de distribuição espacial de macrozoobentos ao longo de gradientes estuarinos pode auxiliar na identificação de relações entre a distribuição das espécies e os processos ecológicos, podendo também elucidar questões acerca do funcionamento de ecossistemas estuarinos.

As condições estuarinas na BTS são observadas apenas próximo à saída dos principais tributários, devido à pequena descarga fluvial (vide Capítulo II). A bacia de drenagem total da BTS é de 60.000 km^2, quase sua totalidade (59.150 km^2) é drenada por três tributários: Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé.

As principais fontes de impactos ambientais da bacia do rio Paraguaçu estão relacionadas às atividades econômicas e urbanas desenvolvidas na área, sendo que diversas cidades dessa bacia não dispõem de qualquer serviço de coleta e tratamento de esgoto sanitário (CRA, 2004). Na bacia do rio Subaé, as principais atividades poluidoras são atividades industriais, lançamento de esgotos domésticos, utilização de agroquímicos em plantações e o lançamento de resíduos sólidos sem tratamento adequado. A agricultura é a atividade predominante na bacia do rio Jaguaripe e os principais impactos ambientais são o aterro de manguezais, a disposição inadequada de esgotos sanitários e resíduos sólidos, o uso indiscriminado de pesticidas e corretivos. Adicionalmente, a região é conhecida pela produção de artesanato de barro, por cerca de 60 olarias, onde a pintura dos caxixis é feita com esmaltes, óxido de chumbo, sulfato de cobre, dentre outras substâncias (CRA, 2004).

Recentemente a macrofauna bentônica e diversas características dos sedimentos do infralitoral nos três principais tributários da BTS foram estudadas (Barros *et al*., 2008; Hatje *et al*., 2006 e Barros, em prep.) **(Figura 1)**. Esses sistemas foram amostrados em duas ocasiões, no período seco e chuvoso, e com intervalos de tempo variados entre a primeira e a segunda campanha (7 a 21 meses).

Nos três sistemas estudados existe uma clara tendência de aumento na proporção de sedimentos grossos a montante **(Figura 2).** Essa fração mais grossa a montante provavelmente reflete as maiores velocidades de fluxo, em transecções mais estreitas e rasas, enquanto a jusante, as transecções são geralmente mais largas **(Figura 3)** e profundas, provavelmente sujeitas a fluxos mais amenos. Todavia, efeitos do fluxo na estrutura da macrofauna bentônica estuarina nos sistemas estuarinos da BTS ainda não foram estudados.

Apesar do fato de que os diferentes estuários da BTS tenham apresentado uma grande variabilidade no que se refere aos teores de metais, outro padrão observado foi um aumento da concentração de alguns elementos, a depender do sistema estuarino, em regiões mais internas. Isso provavelmente se deve ao maior número de fontes de contaminação a montante.

Figura 1.
Estações de coleta do infralitoral onde foram amostradas as assembléias bentônicas e sedimentos (Barros et al., 2008; Hatje et al., 2006; Barros, em prep.).

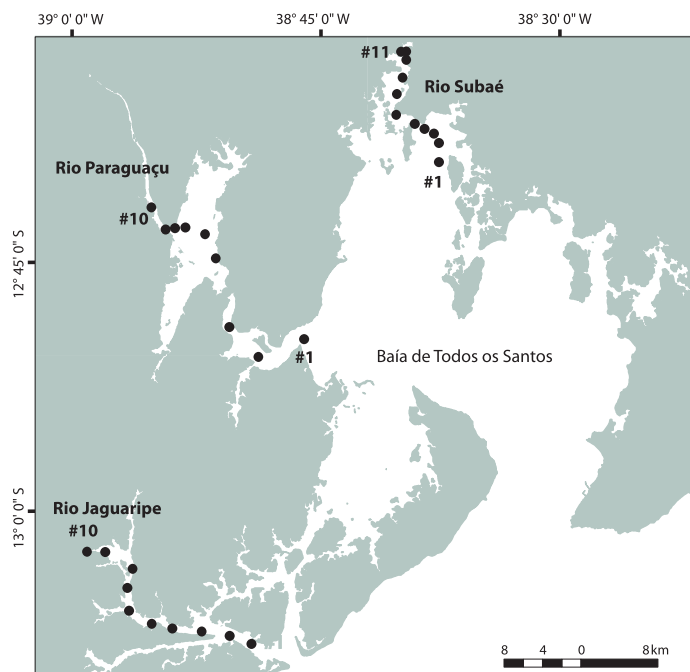
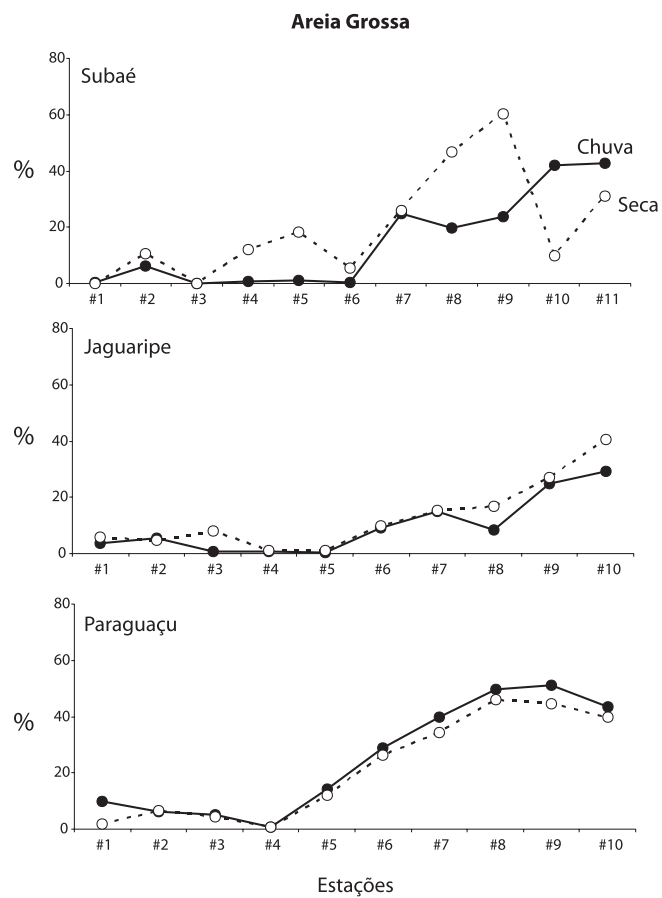



Figura 2.
Porcentagem de areia grossa nos sedimentos dos principais sistemas estuarinos da BTS em duas ocasiões de coleta, indicando um claro padrão de aumento de areia grossa a montante desses sistemas.

a

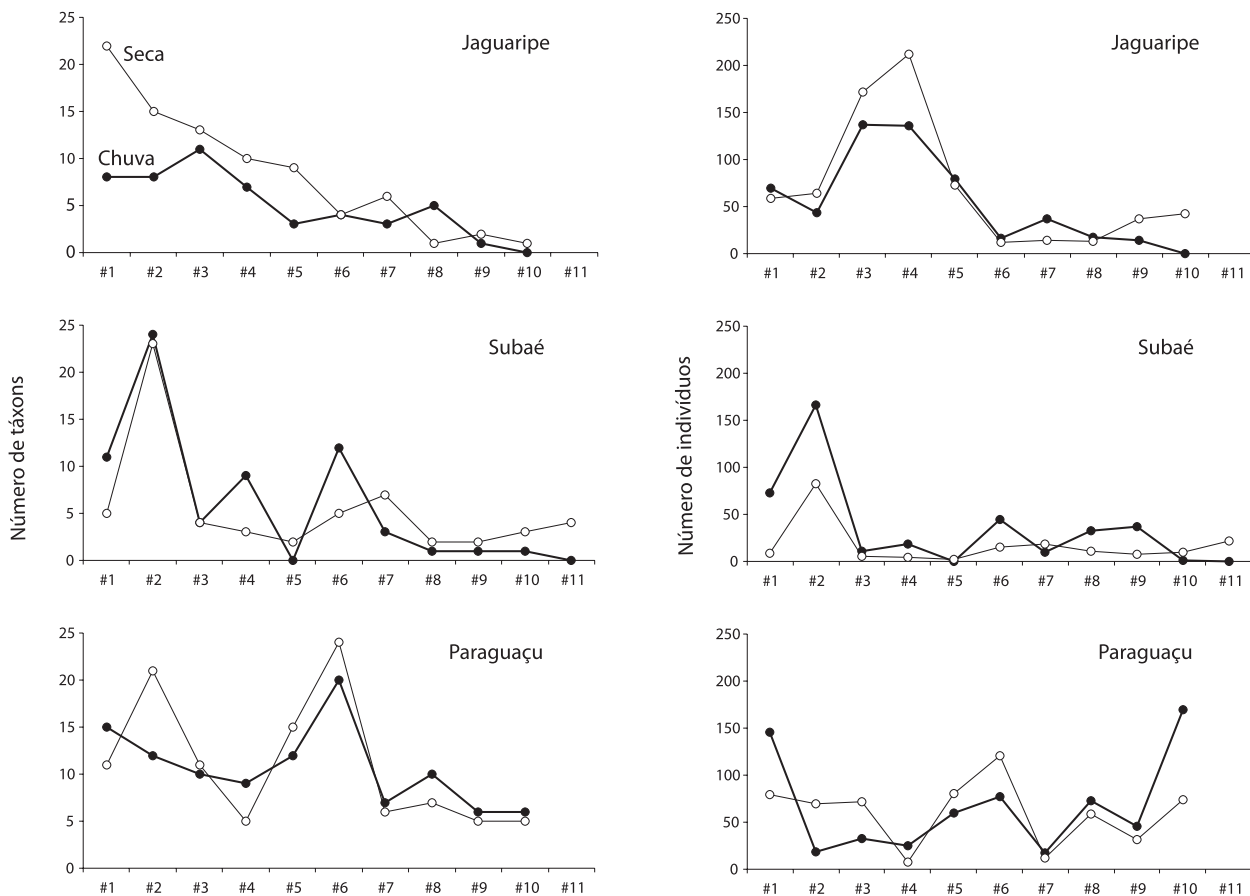
b

Figura 3.
*Região estuarina (**a**) a montante próximo ao município de Nazaré das Farinhas e (**b**) a jusante município de Jaguaripe, rio Jaguaripe (Fotos: F. Barros).*

Como na maioria dos sistemas estuarinos ao redor do globo, as assembléias bentônicas dos estuários dos rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé são dominadas por poliquetas, moluscos e crustáceos. Barros *et al*. (2008) observaram no estuário do rio Paraguaçu que os táxons mais abundantes foram Tellinidae (18% do número total de indivíduos), Nuculidae (12,3%), Cirolanidae (9,4%), Cirratulidade (9%) e Veneridae (9%). No Subaé, Hatje *et al*. (2006) registraram maiores abundâncias de Sternaspidae (12,5%), Tellinidae (11%), Nereididae (10%), Ostreidae (9,6%) e Orbiniidae (9% do número total de indivíduos). No Jaguaripe, somente os poliquetas das famílias Magelonidae e Orbiniidae somaram mais de 50% do

número de indivíduos, com respectivamente 35% e 18% (Barros, em prep.). Os principais sistemas estuarinos da BTS apresentam, de maneira geral, um decréscimo do número de táxons a montante **(Figura 4),** indicando que um menor número de táxons possui adaptações para habitar as porções mais doces dos sistemas estuarinos. No Paraguaçu, um maior número de táxons foi coletado na região da Baía de Iguape, um local com características oceanográficas peculiares e que não se assemelha com as porções intermediárias de outros sistemas estuarinos da BTS.

No que se refere à abundância ao longo dos estuários, o rio Jaguaripe mostrou claramente maiores abundâncias nas estações com características mais marinhas e com forte influência das marés (#3 - #5, **Figura 4**). No Subaé o local com as maiores abundâncias, e também mais diverso, foi observado em um local (#2) composto por lama e cascalho biodetrítico (i.e. fragmentos de conchas). Isso indica que a diversidade e a abundância são fortemente relacionadas com um aumento na heterogeneidade dos sedimentos de fundo. Hatje *et al*. (2006) sugeriram que a baixa diversidade e pequena abundância da macrofauna bentônica nas estações mais

Figura 4.
Número de táxons e número de indivíduos ao longo dos principais sistemas estuarinos da BTS (adaptado de Barros et al., 2008; Hatje et al., 2006; Barros, em prep.).

internas do sistema estuarino do Subaé seriam um reflexo da contaminação dos sedimentos nesses locais (vide Capítulo VII). No sistema estuarino do rio Paraguaçu, em termos de abundância total, a macrofauna bentônica não apresenta um claro padrão de distribuição ao longo do sistema estuarino **(Figura 4)** e isso pode ser, conforme sugerido anteriormente, um reflexo das características peculiares desse sistema.

A macrofauna bentônica nos sistemas estuarinos dos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe mostram um claro padrão de substituição de táxons ao longo do gradiente estuarino. Ou seja, alguns invertebrados são mais abundantes em áreas com menores salinidades (*e.g.* poliquetas da família Nereidae), outros grupos em locais com valores de salinidade intermediários a baixos (*e.g.* bivalves da família Tellinidae) e alguns táxons são mais abundantes em regiões com condições marinhas (*e.g.* poliquetas da família Cirratulidae) (**Figura 5**). Obviamente, para que seja possível estabelecer um padrão geral, com maior aplicabilidade, uma maior quantidade de estuários, com diferentes características (*e.g.* graus de contaminação, comprimento, tamanho da bacia de drenagem, regimes hidrológicos) deve ser investigada utilizando-se desenho amostral, técnicas de coleta e preservação de amostra, técnicas laboratoriais e análise de dados da maneira mais similar possível.

A **Figura 6** mostra ordenações onde a distância entre as estações de coleta (#) é proporcional à similaridade faunística entre as estações. Assim, estações se posicionam muito próximas umas das outras, caso a fauna tenha uma composição e abundância similares. A setas indicam as sequências das estações no sentido montante-jusante. As assembléias bentônicas estuarinas nas porções mais internas dos principais sistemas estuarinos da BTS se diferenciam de assembléias a montante (em ambas as situações, *i.e.* seca e chuva). Assim, por exemplo, as estações mais internas (*e.g.* #8, #9, #10) se diferenciam das demais estações, como pode ser claramente percebido no Paraguaçu. No Subaé, especialmente os locais mais próximos a Santo Amaro da Purificação (#10 e #11) se diferenciaram, o que pode ser atribuído a efeitos da contaminação na estrutura da macrofauna bentônica. A ausência de fauna na estação mais interna no rio Jaguaripe na chuva fez com que essa estação (#10) se diferenciasse das demais. Todavia, uma análise sem essa estação (ordenação menor inferior, **Figura 6**), mostrou um padrão similar, ou seja, estações a jusante diferentes das estações a montante.

Magalhães (2008), com abordagem funcional, trabalhou com guildas de poliquetas nos principais sistemas estuarinos da BTS e identificou 58 morfoespécies sendo que oito destas contribuíram para mais de 80% da abundância total: *Magelona papillicornis* (25,7%), *Scoloplos (Leodamas) ohlini* (15,8%), *Laeonereis culveri* (14,2%), Cirratulidae sp1 (9,8%), Cirratulidae sp2 (5,4%), *Sternaspis capillata* (4,8%), *Magelona variomellata* (2,3%) e *Mooreonuphis lineata* (2,2%). Os poliquetas

Figura 5.
Número de indivíduos de Nereididae, Tellinidae *e* Cirratulidae *ao longo dos principais sistemas estuarinos da BTS. Alguns invertebrados são mais abundantes em áreas com menores salinidades; outros grupos em locais com valores de salinidade intermediários a baixos, e alguns táxons mais abundantes em regiões com condições marinhas.*

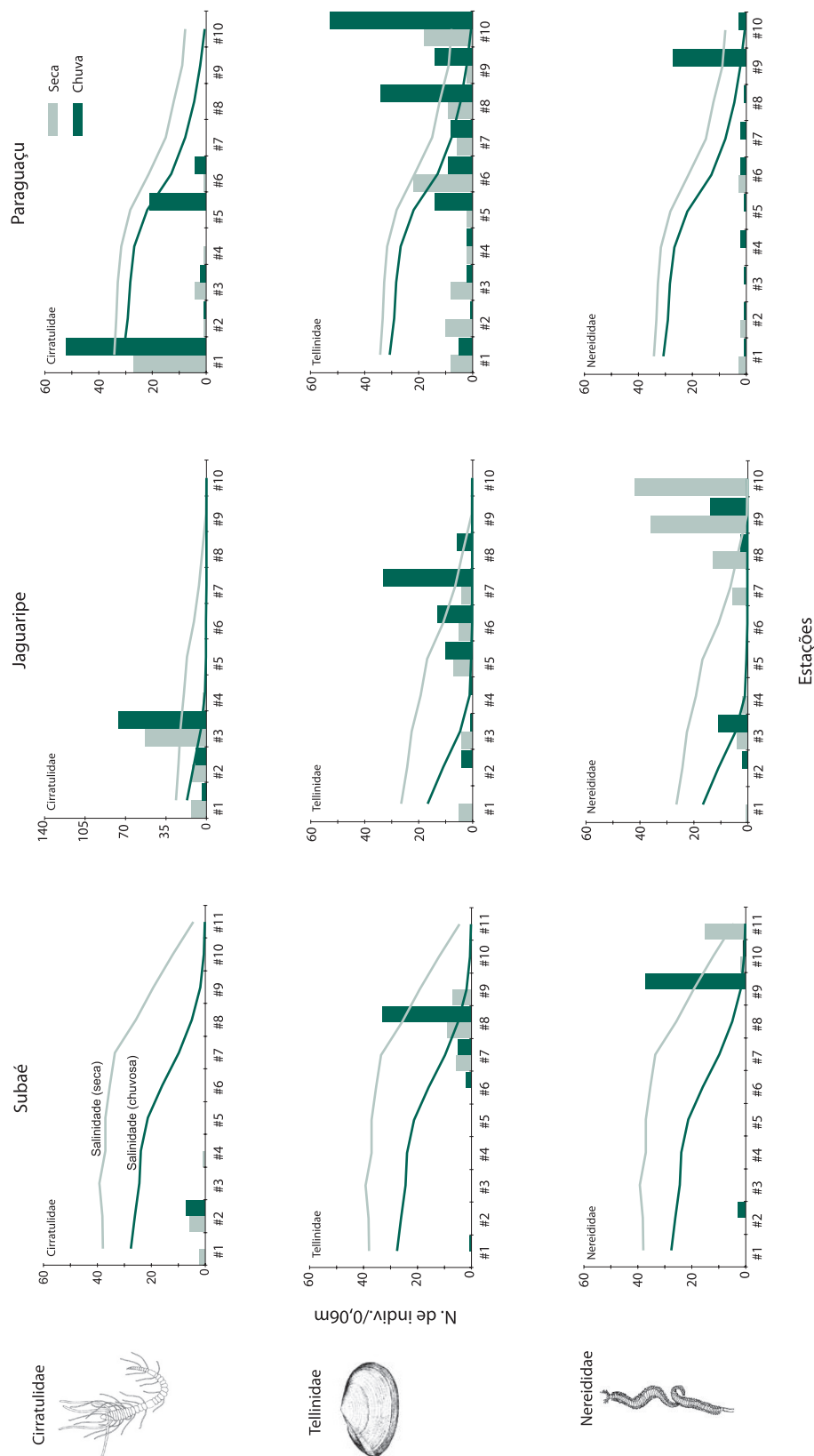
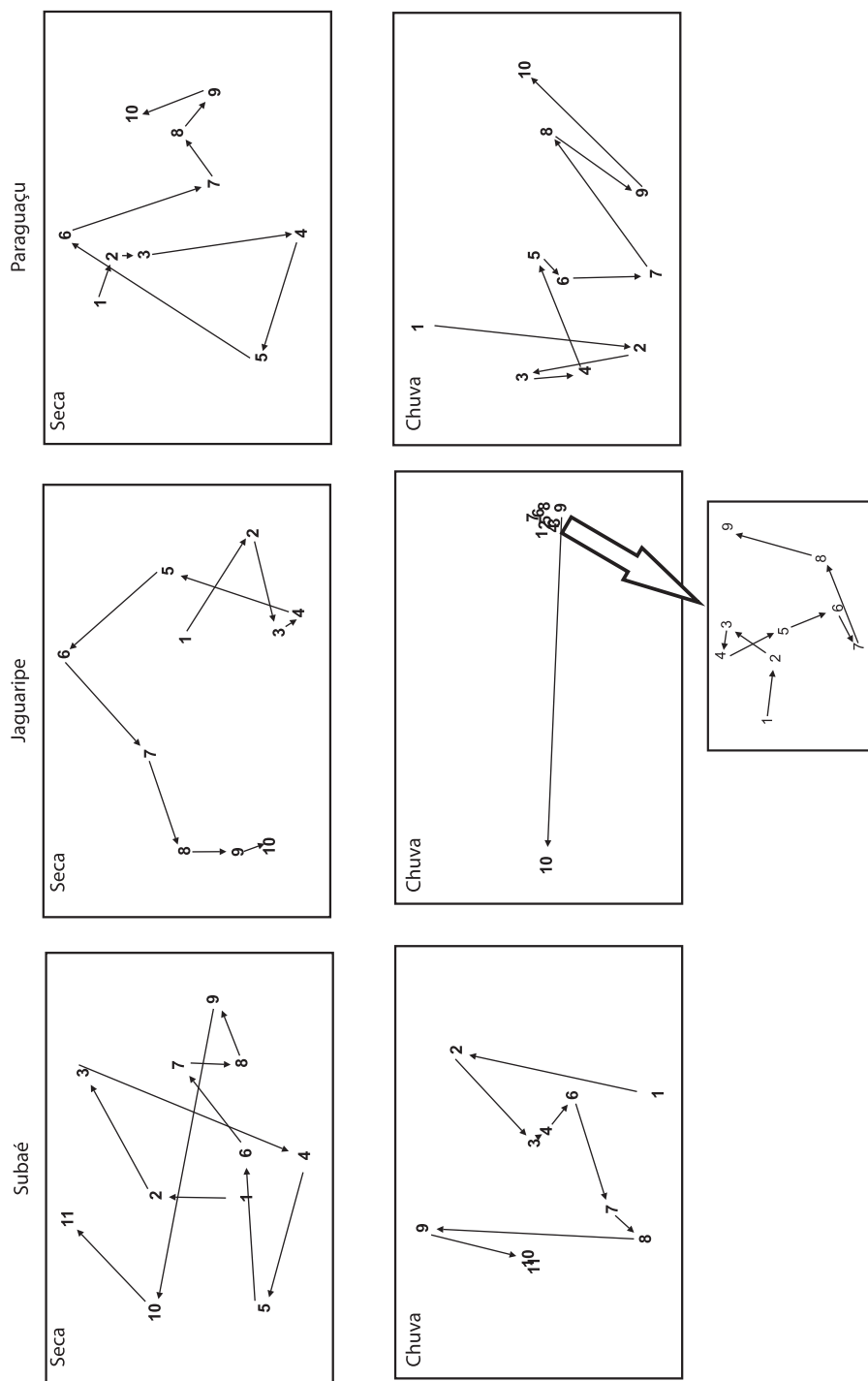
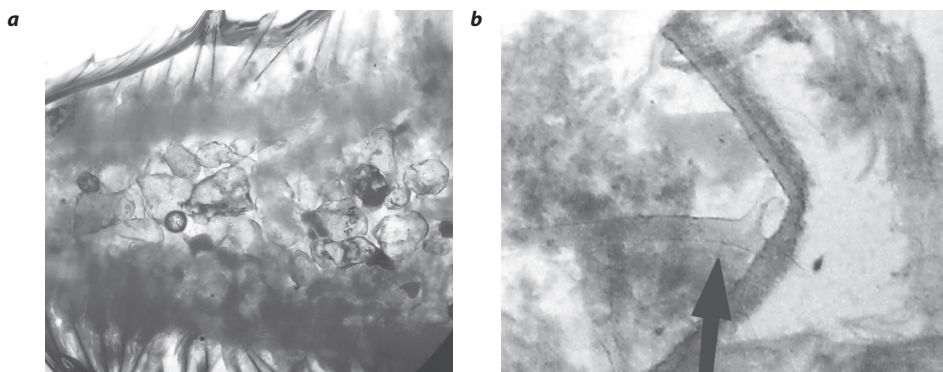



Figura 6.
Ordenações (nMDS) onde a distância entre as estações de coleta (#) é proporcional à similaridade faunística entre as estações. Estações próximas umas das outras indicam maior similaridade das assembléias bentônicas. As setas indicam as sequências das estações no sentido montante-jusante (adaptado de Barros et al, 2008; Hatje et al., 2006 e Barros, em prep.).

foram classificados em 14 guildas alimentares e as mais abudantes foram SDT (depositívoros superficiais, discretamente móveis e tentaculados; 30,4% do número total de indivíduos), BMX (depositívoros subsuperficiais, móveis e com probóscide macia; 22,4%), SMT (depositívoros superficiais, móveis e tentaculados; 19,1%) e BMJ (depositívoros subsuperficiais, móveis e mandibulados; 14,8%). A guilda SDT, composta pelas espécies *Magelona papillicornis, M. variomellata* e *Poecilochaetous johnsoni*, foi a mais numerosa, especialmente devido à grande abundância de *M. papillicornis* no estuário do rio Jaguaripe. A guilda BMX, composta pelas espécies *Sternapis capillata, Scoloplos ohlini, Pectinaria* sp., *Capitella* sp., *Notomastus* sp. e *Armandia* sp., foi a segunda mais abundante, sendo *S. capillata* e *S. ohlini* as espécies com maior abundância. A guilda SMT foi composta por cirratulídeos (8 morfotipos) e a guilda BMJ esteve predominantemente representada por *Laeonoreis culveri* **(Figura 7)**.

a

b

Figura 7.
*Foto do conteúdo estomacal de (**a**)* Laeonereis culveri*, evidenciando a presença de sedimento e de (**b**)* Mooreonuphis lineata*, evidenciando a presença de filamentos de algas (indicado pela seta) (Foto: W. Magalhães).*

Foi verificado um claro predomínio de depositívoros em número de espécies e de indivíduos, como observado em outros locais na BTS (Barroso *et al.,* 2002; Venturini e Tommasi, 2004). Os poliquetas sésseis foram relativamente menos diversos e abundantes do que os móveis ou discretamente móveis e, estes dois últimos, também apresentaram uma ampla distribuição nos gradientes estuarinos, enquanto os organismos sésseis foram limitados a poucas regiões, indicando a importância da mobilidade em ambientes dinâmicos como os estuários. Magalhães (2008) sugeriu que muitos poliquetas de ampla distribuição geográfica são frequentemente identificados erroneamente, existindo suspeitas de que muitas espécies ainda estão por ser descritas, não somente na BTS como nos demais ambientes estuarinos e marinhos do Estado da Bahia.

A identificação de qual variável, ou grupo de variáveis, que são as mais importantes para as assembléias bentônicas estuarinas não é uma tarefa fácil. Existe um consenso de que a salinidade é uma variável muito importante que influencia a

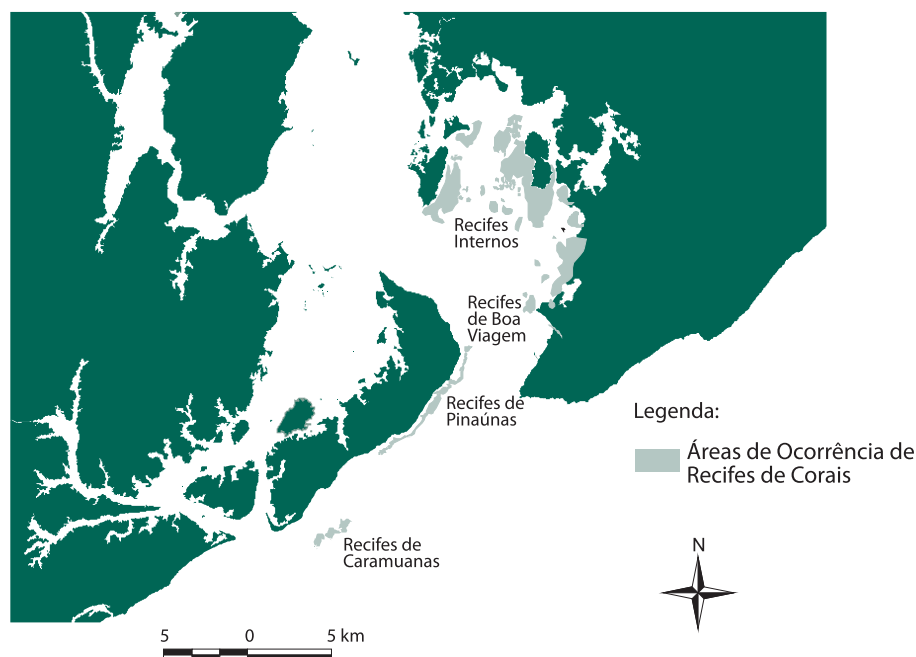
distribuição das espécies bentônicas ao longo dos estuários. Todavia, nos sistemas estuarinos da BTS essa variável está frequentemente correlacionada com outras variáveis como tamanho e tipo do sedimento, profundidade e intensidade do fluxo. Assim, ainda existe uma clara necessidade de estudos que avaliem a influência de cada uma dessas variáveis, bem como do efeito de contaminação.

Recifes de Corais na BTS

Os recifes de corais são uns dos mais interessantes e frágeis ecossistemas que fazem parte da paisagem marinha da BTS. Eles apresentam uma estrutura rochosa construída, principalmente, por corais e algas calcárias através da precipitação e do acúmulo do carbonato de cálcio presente na água do mar (Sorokin, 1995). Esta estrutura rochosa constitui um atrator para a vida marinha, por fornecer abrigo e alimento para diversos organismos. Por este motivo os recifes de corais são os ambientes marinhos de maior biodiversidade e um dos ecossistemas mais produtivos, o que justifica seu alto valor de natureza ecológica e socioeconômica (Bryant *et al*., 2000). Em recifes saudáveis, a alta produtividade se traduz pelo fornecimento médio de cerca de 10 toneladas por quilômetro quadrado ao ano (McClanahan, 1995). Em todo o mundo, os recifes respondem por 9% do potencial de pesca dos oceanos (Smith, 1978), embora correspondam a menos de 0,20% da sua superfície (Spalding, 2000). Além da produção pesqueira, os recifes fornecem proteção contra a erosão costeira, são fontes de novas substâncias químicas para a medicina e para a indústria, e fornecem serviços ecológicos e oportunidade de turismo que, em todo o globo, representam um ganho financeiro em torno de 400 bilhões de dólares ao ano (Costanza *et al*., 1997).

A costa do Estado da Bahia abriga os recifes de maior diversidade biológica do Oceano Atlântico Sul e os recifes da BTS possuem uma biodiversidade similar aos recifes do Banco dos Abrolhos, a maior área de recifes de coral do Brasil (Laborel, 1969). No interior da BTS, os recifes de corais são encontrados na sua região nordeste. Estendem-se ao longo da costa oeste da cidade de Salvador, do sul da ilha de Maré até a costa leste da ilha dos Frades. Na entrada da baía, na região aberta ao oceano, os recifes de corais ocorrem ao longo das costas leste e sudeste da ilha de Itaparica **(Figura 8)**.

Pelo fato destes recifes terem sido amplamente utilizados de maneira destrutiva, em conjunto com os efeitos da poluição causada pela industrialização no entorno da baía, e o adensamento populacional da cidade do Salvador, muitos deles estão largamente degradados e nos demais é possível identificar algum nível de mudança devido à ação da atividade humana (Cruz, 2008). Considerando, entretanto, a resistência de alguns organismos habitantes dos recifes e a possibilidade

Figura 8.
Localização dos recifes de corais da Baía de Todos os Santos (adaptado de Cruz, 2008).

de um manejo adequado deste ecossistema, proporcionada pela Área de Proteção Ambiental (APA) da Baía de Todos os Santos, pode-se promover a recuperação, a conservação e o uso sustentado destes recifes.

Os recifes de corais crescem sobre um substrato estável, ou seja, sobre uma rocha (Sorokin, 1995). Os corais não crescem sobre lama, poucos conseguem crescer sobre a areia ou cascalho e, quando isso ocorre, não é possível a formação de recifes. Investigação geofísica e testemunhos retirados do recife das Pinaúnas, na costa da ilha de Itaparica, revelaram que este recife cresceu sobre rochas areníticas de idade cretácica da Bacia Sedimentar do Recôncavo (Araújo *et al*., 1984). E, muito provavelmente, os demais recifes tenham se desenvolvido, também, sobre afloramentos rochosos semelhantes, do fundo e dos arredores das demais ilhas da baía.

A maioria dos recifes de corais possui quatro zonas distintas **(Figura 9)**: a frente recifal (*fore reef*), que é voltada para o oceano e recebe o impacto das ondas; o topo do recife (*reef top*), a zona mais alta do recife onde há a maior variação de temperatura e salinidade da água podendo, em muitos casos, permanecer exposta fora da água durante as marés baixas de sigízia; a zona atrás do recife (*back reef*), que está voltada para a costa e protegida dos impactos das ondas, sujeita a variações de temperatura e salinidade, porém menores que na zona do topo recifal, e a laguna *(reef lagoon*) ou "piscina" de água salgada com fundo de areia que se forma entre o recife e a costa (Darwin, 1842; Sorokin, 1995). A laguna serve ainda como base para diferenciar os três principais tipos de recifes: recife em franja, quando a laguna tem profundidade inferior a 10 m e largura menor que 2 km; recife em barreira,

com laguna com profundidade superior a 10 m e distância entre o recife e a praia (largura) maior que 2 km, e os atóis que crescem em forma circular com a laguna na sua porção central (Darwin, 1842). Com exceção do recife das Pinaúnas e do recife da praia da Boa Viagem, os quais podem ser classificados como recifes em franja, os demais recifes da BTS não se enquadram nestes três principais tipos de recifes e poucos apresentam as quatro zonas recifais. Eles são bancos recifais rasos, estreitos e muitos deles adjacentes à linha de costa (Leão *et al*., 2003).

Figura 9.
Recife das Pinaúnas, na ilha de Itaparica, ilustrando as zonas da frente, topo e atrás do recife e a laguna recifal (Foto: R. Kikuchi).

O recife das Pinaúnas, que é o maior recife de toda a baía, tem aproximadamente 15 km de extensão e profundidade máxima de 8 m na frente recifal. A laguna possui profundidade máxima de 3 m e a distância máxima entre o recife e a costa é de cerca de 700 m. O recife da praia da Boa Viagem pode ser classificado como um recife incipiente, ou recente, devido à pequena espessura de carbonato de cálcio depositada. Ele tem cerca de 2 km de extensão e profundidade máxima de 7 m na frente recifal. Sua laguna tem profundidade inferior a 3 m e largura de no máximo 400 m. Estes são os únicos recifes que apresentam as quatro zonas recifais típicas.

Os bancos recifais da BTS possuem geralmente um formato de domo (forma de morro), não formam lagunas por não possuírem extensões suficientes e/ou estarem localizados muito distantes da costa. O tamanho destes bancos pode variar de 10 m de diâmetro a pouco mais de 2 km, como no caso dos recifes das Caramuanas. Devido ao fato dos recifes das Caramuanas serem os únicos bancos

recifais que afloram na maré baixa e que estão expostos à ação das ondas, estes apresentam diferenças morfológicas e composicionais entre a frente, o topo e a zona entre o recife e a costa. Os demais bancos recifais encontram-se abrigados das ondas por estarem na região nordeste da BTS. Eles têm seus topos a profundidades que variam de 2 a 8 m. Apenas nos recifes que apresentam maior variação de profundidade ocorre uma pequena diferença entres as espécies que compõem o topo e a parede recifal. Nos recifes que atingem mais de 10 m de profundidade observa-se uma maior quantidade de exemplares das espécies *Scolymia wellsi* e *Madracis decactis*; esta última raramente ocorre nos recifes mais rasos.

Os recifes da BTS constituem dois grupos distintos: os recifes internos, localizados dentro da baía e os recifes externos, localizados na entrada da baía em regime de mar aberto. Eles estão expostos a diferentes regimes de ondas, apresentam aspectos morfológicos distintos e enfrentam diferentes impactos originados da atividade humana. Os recifes internos localizam-se na região abrigada da BTS, não afloram na maré baixa e encontram-se mais próximos do Centro Industrial de Aratu (CIA). Eles estão protegidos da ação das ondas na maior parte do tempo. Apenas no período de inverno, com a ocorrência dos ventos vindos de sul, há a formação de ondas que os atingem diretamente. Os recifes externos encontram-se dispostos ao longo das costas leste e sudeste da ilha de Itaparica, estando expostos diretamente à ação das ondas. As principais atividades humanas impactantes diretamente sobre estes recifes são a pressão da pesca acima da capacidade de reposição dos estoques, a pesca predatória com bomba, as redes de espera sobre os recifes e a caça com compressor. Estes fatores têm ocasionado, muito provavelmente, diferenças marcantes na composição das espécies que compõem os recifes.

Existem pelo menos 15 espécies de corais pétreos e quatro de hidrocorais (corais de fogo) presentes, atualmente, nos recifes da BTS. As espécies de corais encontradas são *Stephanocoenia michelini*, *Madracis decactis*, *Agaricia agaricites*, *Siderastrea stellata, S. radians*, *Porites astreoides*, *P. branneri*, *Favia gravida*, *Montastraea cavernosa*, *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii*, *M. hispida*, *Scolymia wellsi*, *Meandrina braziliensis* e *Phyllangia americana*. Os hidrocorais encontrados são *Stylaster roseus*, *Millepora alcicornis*, *M. braziliensis* e *M. nitida*. As espécies mais comuns na BTS são *A. agaricites*, *S. stellata, S. radians, P. astreoides*, *F. gravida*, *M. cavernosa*, *M. hispida*, e *M. alcicornis* (**Figura 10**).

Nos recifes externos foram identificadas as seguintes espécies de corais: *A. agaricites*, *S. stellata, S. radians*, *P. astreoides*, *P. branneri*, *F. gravida*, *M. cavernosa*, *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii* e *M. hispida*, e os hidrocorais *Stylaster roseus* e *Millepora alcicornis*. As espécies mais comuns são *A. agaricites*, *S. stellata, S. radians*, *P. branneri*, *M. braziliensis*, *M. harttii* e *M. hispida*. As espécies dominantes variam de local para local, o que mostra que estes recifes são bastante heterogêneos. As espécies *F. gravida* e *S. roseus* são raras, *M. braziliensis* e *S. roseus* estão restritas,

apenas, a estes recifes externos, e as espécies *P. branneri* e *M. harttii* são atualmente mais comuns nestes recifes. Além disso, os recifes externos possuem uma maior quantidade de alga calcária incrustante e de alga calcária articulada. Nem todos os organismos conseguem resistir à ação das ondas e um dos mais comuns nas zonas de arrebentação são as algas calcárias incrustantes (Hubbard, 1997). Estas algas são importantes para a construção da estrutura recifal (Sorokin, 1995) e induzem o assentamento das larvas plânulas dos corais (Vermeij, 2005).

A heterogeneidade que estes recifes apresentam permite, ainda, diferenciar os recifes das Caramuanas do recife das Pinaúnas. A espécie *Styllaster roseus* é encontrada apenas nos recifes das Caramuanas e *Porites astreoides*, *Favia gravida* e *Millepora alcicornis* não são encontradas na parede da frente do recife das Pinaúnas e são raros na laguna e nas poças de maré. Além disso, o recife das Pinaúnas possui cobertura de coral (porcentagem da superfície do recife que está coberta por corais vivos) menor que 1% e é raro encontrar um recruta de coral (colônia jovem com menos de 2 cm de diâmetro), e a quantidade de alga filamentosa é muito elevada, com uma média de 55% (Cruz, 2008), condição indesejável para um recife saudável. Estes organismos são potenciais competidores dos corais. Os recifes das Caramuanas apresentam valores opostos para estes três parâmetros, 8% de cobertura de coral, 14% de cobertura de alga filamentosa e cerca de 5 recrutas por 1 m^2, o que indica que este recife ainda possui uma boa condição de vida para os corais.

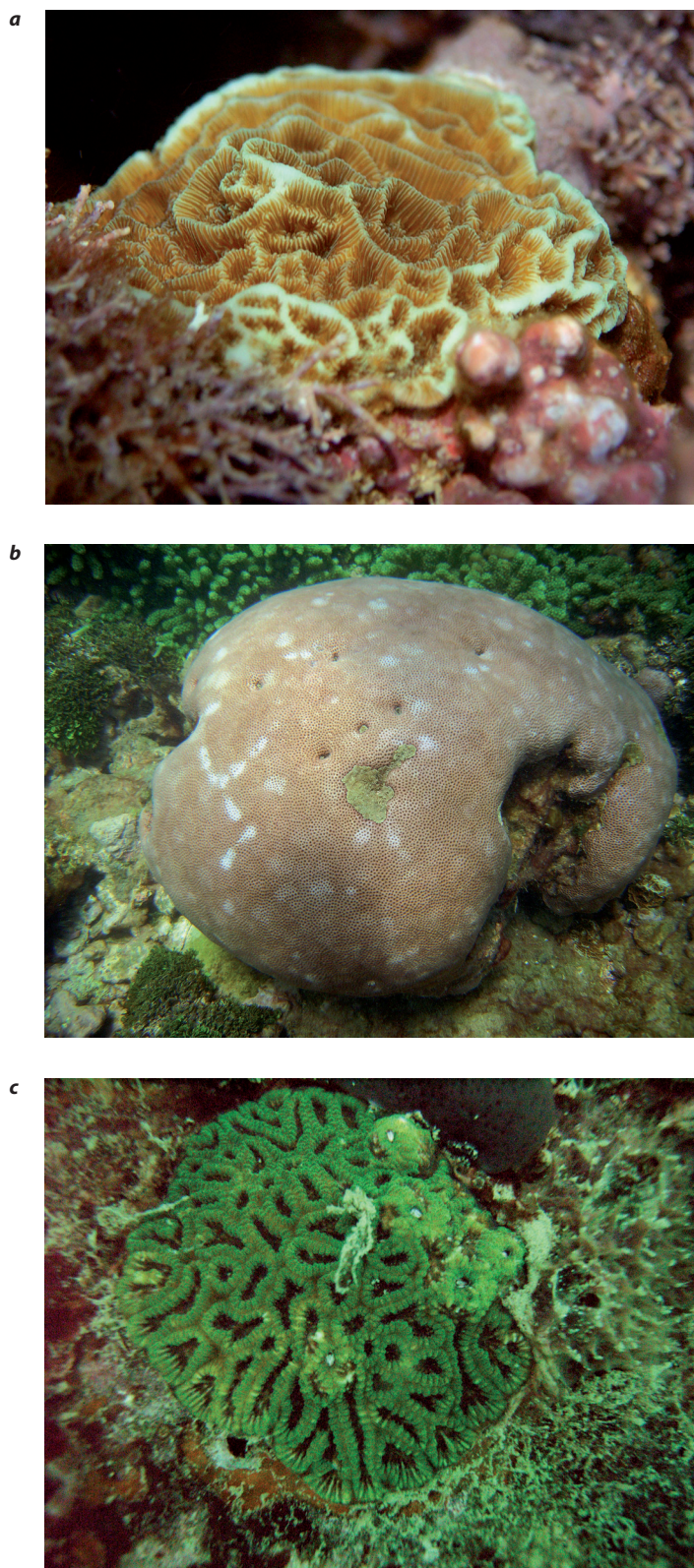
Na entrada da BTS, na região entre o Farol da Barra e a Falésia da Vitória, existe um ambiente intermediário entre os recifes externos e internos. Esta área intercala costões rochosos com recifes incipientes. Aí estão presentes as espécies *S. michelini*, *M. decactis*, *A. agaricites*, *S. stellata, S. radians, P. astreoides*, *P. branneri*, *F. gravida*, *M. cavernosa*, *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii*, *M. hispida*, *Millepora braziliensis*, *M. alcicornis* e *M. nitida*. Destas, as mais comuns são *M. cavernosa*, *S. stellata, S. radians* e *M. alcicornis*. Esta é a única área da BTS onde foram observadas, ainda, as espécies *Millepora braziliensis* e *M. nitida*.

Nos recifes internos estão presentes as espécies *S. michelini*, *M. decactis*, *A. agaricites*, *S. stellata, S. radians, P. astreoides*, *P. branneri*, *F. gravida*, *M. cavernosa*, *M. harttii*, *M. hispida*, *S. wellsi*, *Meandrina braziliensis*, *Phyllangia americana* e *M. alcicornis*. As espécies mais comuns são *S. michelini*, *S. stellata, S. radians*, *M. cavernosa*, *M. hispida*, *S. wellsi* e *M. alcicornis*, sendo, como observado nos demais recifes, *M. cavernosa* a espécie dominante. As espécies mais raras são *P. branneri*, *M. harttii*, *Meandrina braziliensis* e *Phyllangia americana*. As espécies *S. michelini*, *M. decactis*, *S. wellsi*, *Meandrina braziliensis* e *P. americana* observadas nestes recifes internos não foram encontradas nos recifes externos. Destas, exceto *Meandrina braziliensis*, são as espécies mais abundantes nos ambientes mais profundos, com menos iluminação e menor ação das ondas (Laborel, 1969). Estes recifes

Figura 10.
*Algumas das espécies de corais mais comuns na BTS. (**a**)* Agaricia agaricites, *(**b**)* Siderastrea sp, *(**c**)* Favia gravida, *(**d**)* Porites astreoides, *(**e**)* Montastraea cavernosa *e (**f**)* Mussismilia hispida *(Fotos: I. Cruz).*

a

b

c

d

e

f

apresentam, ainda, uma grande quantidade de algas filamentosas e esponjas, em média de 34% e 9% de cobertura, respectivamente. Eles possuem uma estrutura mais homogênea que os recifes externos. A espécie dominante é quase sempre *M. cavernosa* seguida das espécies do gênero *Siderastrea* e da espécie *M. hispida* e sempre com uma grande quantidade de alga filamentosa. Existem alguns recifes em bom estado de conservação, mas a maioria está em declínio e alguns estão degradados. Nos recifes internos foram observadas as maiores mudanças na comunidade recifal a partir da comparação com trabalhos anteriores.

Ao comparar o levantamento de Laborel (1969) nos recifes da Ponta de Toque-Toque, ao norte da praia de Inema em 1962, com o trabalho realizado por Cruz (2008), em 2007 nota-se grandes mudanças na comunidade dos corais. A distribuição atual das espécies *Mussismilia braziliensis*, *P. branneri*, *M. harttii* e *Millepora nitida* está restrita aos recifes externos e ou às áreas de maior renovação de água, na entrada da BTS, nos recifes externos. Estas espécies estão descritas como presentes na ponta de Toque-Toque em 1962, bem próxima do Centro Industrial de Aratu (CIA). Foi justamente na década de 1960 que ocorreu o maior crescimento industrial no entorno da BTS acompanhado do crescimento da cidade do Salvador (Souza Santos *et al*., 2000). Como consequência deste crescimento urbano e do desenvolvimento industrial ocorreram vários eventos de poluição quer crônica por efluentes industriais e esgotos domésticos, derramados durante décadas, ou durante grandes acidentes pontuais, a exemplo do grande derramamento de 48.000 l de petróleo bruto, em 1992 (Orge *et al*., 2000) e o derramamento de 900 kg de mercúrio na Enseada dos Tainheiros (Wasserman e Queiroz, 2004). A perda da qualidade da água da baía pode ter causado uma extinção local na maioria dos seus recifes internos. Isto é apoiado pelo fato destas quatro espécies estarem presentes hoje nos locais onde a dinâmica de renovação de água garante uma maior presença de água oceânica, muito mais limpa que a água do interior da baía.

A utilização direta indiscriminada e predatória dos recifes é outra causa de sua degradação. O relato feito por Hartt (1870) da utilização de corais para fabricação de cal, data do período imperial do Brasil. Entretanto ela foi iniciada, possivelmente, no período colonial. Os recifes foram explorados para a fabricação de cimento até a década de 1980.

Atualmente o principal problema da utilização direta dos recifes é a pesca acima da capacidade do ambiente e a pesca predatória. Ainda hoje são utilizadas práticas ilegais como a pesca com bomba e a pesca com rede de espera sobre os recifes. A pesca com bomba mata absolutamente tudo que está na água e pode reduzir a estrutura recifal a cascalho, inviabilizando sua recuperação. Mesmo quando possível, a recuperação ou restauração de recifes pode durar várias décadas (Rielg, 2001). As redes de espera sempre se prendem nas irregularidades da estrutura recifal e a organismos que vivem aí, causando a quebra dos corais e dos hidrocorais,

principalmente os corais de fogo, devido ao seu formato em galhos onde as redes se enroscam. Muitas vezes as redes presas são cortadas ou deixadas sobre os recifes causando a morte dos peixes que não serão consumidos. Além disso, a abrasão da rede sobre o recife durante meses e, às vezes, até anos, pode matar todos os organismos atingidos. Este tipo de pesca com rede é provavelmente a principal causa da redução de *M. alcicornis* nos recifes das Caramuanas. Atualmente estes organismos são pouco abundantes representando sempre menos de 2% da cobertura destes recifes (Cruz, 2008) e, pelo menos até a década de 1980, à profundidades entre 2 m e 4 m, eles foram dominantes, formando uma Zona de *Millepora* (Araujo, 1984).

Os recifes da BTS apresentam uma baixa quantidade de macroalgas (Cruz, 2008), organismo que em grande quantidade representa uma das principais causas de degradação dos recifes (Tanner, 1995). Entretanto este problema foi constatado em um recife na praia de Inema e em outro a leste da ilha dos Frades (Cruz, 2008). Na BTS o maior problema é a grande quantidade de alga filamentosa, organismo que impede que as larvas plânulas (larvas dos corais) assentem-se nos recifes (Birkeland, 1977). Estas algas podem ainda abrigar bactérias que causam doenças nos corais (Smith *et al*., 2006). Doenças que foram constatadas (observação pessoal) e necessitam ser estudadas na BTS. A pouca quantidade e o tamanho reduzido dos peixes herbívoros certamente é um dos motivos para a grande quantidade de alga filamentosa nos recifes da BTS.

Além das macroalgas e das algas filamentosas, outros organismos em grande quantidade podem levar à degradação dos recifes. Em 2007 foi observada na BTS a presença de um coral mole do gênero *Epizoanthus*, da família Zoanthidaea, ocupando mais de 60% da superfície de um recife e mais de 80% de outro (Cruz, 2008). O levantamento de Dutra *et al*., (2006), efetuado em 2003, se refere à presença deste coral nos mesmos recifes com valores de 62% e de 45% respectivamente, e com redução da quantidade de coral em ambos os recifes. As esponjas cobrem 20% e 25% de dois recifes próximos a Peri-Peri (Cruz, 2008). Estes organismos constituem importantes bioerodidores dos recifes (Glynn, 1997) e, quando em grande quantidade, são capazes de eliminar os corais dos recifes (Suchanek *et al*., 1983). Uma elevada cobertura de esponjas pode indicar, também, problema de eutroficação (Glynn, 1997), geralmente causada pelo despejo de esgotos domésticos. Outro problema observado é a presença de cianobactérias cobrindo mais de 20% do recife de Boa Viagem (Cruz, 2008). Estes organismos impedem o assentamento das larvas plânulas (Bikerland, 1977) e muitas vezes estão associados a doenças em corais (Peter, 1997). As cianobactérias podem estar associadas, também, à eutroficação causada por problemas de ordem sanitária (Paul *et al*., 2005).

Considerações Finais

Atualmente existe uma necessidade de trabalhos que investiguem relações de causa e efeito, principalmente aqueles focados em respostas da fauna e flora bentônica a atividades antrópicas. Assim, experimentos manipulativos que abordem essa questão, não somente utilizando assembléias bentônicas estuarinas e recifes de corais, bem como em outros sistemas bentônicos não abordados neste capítulo (*e.g.* planícies de maré, praias, manguezais, fauna intersticial) devem ser amplamente incentivados.

É importante ressaltar que muitas dissertações, teses, resumos e relatórios de consultoria foram realizados em diversos ambientes bentônicos na BTS, todavia, muitos desses trabalhos são pontuais, de acesso limitado e/ou possuem baixa qualidade. Um esforço deve ser realizado para que futuros trabalhos sejam executados em escalas relevantes e divulgados em periódicos, para que, assim, a sociedade possa efetivamente utilizar as informações geradas.

Os recifes de corais, os manguezais e os estuários da BTS são um patrimônio natural inestimável e devem ser manejados adequadamente, quando necessário, recuperados e conservados. Além disso, devem ser combatidas práticas de pesca predatória, com bombas e redes de espera, que rapidamente destroem os recifes de corais. A Área de Proteção Ambiental da BTS permite criar áreas de exclusão de pesca em alguns dos recifes internos e externos, o que poderá proporcionar a renovação e a sustentabilidade de vários estoques pesqueiros.

A conservação dos diferentes sistemas bentônicos da BTS é necessária, não somente para preservar os serviços ecológicos, prestados por estes ambientes, a biodiversidade, e todos os seus benefícios, bem como para garantir a beleza cênica e a preservação do modo de vida de muitas comunidades pesqueiras tradicionais do recôncavo.

Referências

Acevedo-Figueroa, D.; Jimenez, B. D.; Rodriguez-Sierra, C. J. (2006) Trace Metals in Sediments of Two Estuarine Lagoons From Puerto Rico. **Environmental Pollution**, v. 141, p. 336-342.

Adam, M.S. (2005) Assessing Cause and Effect of Multiple Stressors on Marine Systems. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, p. 649-657.

Alves, O. F. S.; Muehe, D.; Dominguez, J. M. L. (2006) Carbonate contents PF bottom sediments of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: their importance for biodiversity. **Journal of Coastal Research**, special issue, v. 39, p. 1671-1675.

Anderson, M. J.; Diebel, C. E.; Blom, W. M.; Landers T.J. (2005) Consistency and variation in kelp holdfast assemblages: Spatial patterns of biodiversity for the major phyla at different taxonomic resolutions. **Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 320, p. 35-56.

Araújo, T. M. F. (1984) **Morfologia, Composição, Sedimentologia e História Evolutiva do Recife de Coral da Ilha de Itaparica,** Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Araújo, T. M. F.; Leão, Z. M. A. N.; Lima, O. A. L. (1984) Evolução do recife de coral da ilha de Itaparica determinada a partir de dados geológicos e geofísicos. **Anais Congresso Brasileiro de Geologia**, v. 33, p. 59-169.

Attrill, M.J. (2002) A testable linear model for diversity trends in estuaries. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, p. 272-269.

Barros, F.; Hatje, V.; Figueiredo, M. B.; Magalhães, W. F.; Dórea, H. S.; Emídio, E. S. (2008) The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 78, p. 753-762.

Barros, F. (em preparação). The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics in the major estuarine systems of Baía de Todos os Santos.

Barroso R.; Paiva P. C.; Alves O. F. S. (2002) Polychates trophic structure in Todos os Santos Bay (BA-Brazil). **Boletim do Museu Nacional - Nova Série Zoologia**, v. 494, p. 1-11.

Bazairi, H.; Bayed, A.; Glémarec, M.; Hily, C. (2003) Spatial Organization of Macrozoobenthic Communities in Response to Environmental Factors in a Coastal Lagoon of the NW African Coastal (Merja Zerga, Morocco). **Oceanologica Acta**, v. 26, p. 457-471.

Begon, M.; Harper, J. L.; Townsend, C. R. (1990) **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. Blackwell, Oxford, 945 p.

Birkeland, C. (1977) **The Importance of Rate of Biomass Accumulation in Early Successional Stages of Benthic Communities to the Survival of Coral Recruits**. Proceeding of 3rd International Coral Reef Symposium, p. 15-21.

Blanchet, H.; Montaudoin, X.; Chardy, P.; Bachelet, G. (2005) Structuring Factors and Recent Changes in Subtidal Macrozoobenthic Communities of a Coastal Lagoon, Arcachon Bay (France). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, p. 561-576.

Bryant, D.; Burke, L.; McManus, J.; Spalding, M. (2000) **Reef at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs**. 1ª ed. World Resources Institute. EEUU.

Calado, T. C. S.; Tonial, L. S. S.; Silva, A. G. S. (2008) Diversidade de Crustacea Decapoda e Stomatopoda de áreas impactadas por atividades petrolíferas na Baía

de Todos os Santos. In: Queiroz, A. F. S.; Celino, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Recupetro-Proamb, EDUFBA, Bahia, p. 246-270.

Chapman, P. M.; Wang, F. (2001) Assessing Sediment Contamination in Estuaries. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 20, p. 3-22.

Chase, J. M.; Leibold, M. A. (2002) Spatial scale dictates the productivity-biodiversity relationship. **Nature**, v. 416, p. 427-430.

Constanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P.; van den Belt, M. (1997) The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260.

CRA. (2004) **Diagnóstico do grau de contaminação da Baía de Todos os Santos por metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo a partir da análise das suas concentrações nos sedimentos de fundo e na biota associada**, CRA, Bahia, Brasil, 366 p.

Cruz, I. C. S. (2008) **Recifes de Corais da Baía de Todos os Santos, Caracterização, Avaliação e Indentificação de Áreas Prioritárias para Conservação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Darwin, C. (1839) **Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle, Between the Years 1826 and 1836, Describing their Examination of the Southern Shores of South America and The Beagle's Circumnavigation of the Globe**. V. 3 Ed. Henry Colburn. London.

Darwin, C. (1842) **The Structure and Distribution of Coral Reefs**. London.

Dutra, L. X. C.; Kikuchi, R. K. P.; Leão, Z. M. A. N. (2006) Todos os Santos Bay Coral Reefs, Eastern Brazil, revisited after 40 Years. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p. 633-638.

Edgar, G. J.; Barrett, N. S.; Graddon, D. J.; Last, P. R. (2000) The conservation significance of estuaries: a classification of Tasmanian estuaries using ecological, physical and demographic attributes as a case study. **Biological Conservation**, v. 92, p. 383-397.

Ellingsen, K.E. (2002) Soft-sediment Benthic Biodiversity on the Continental Shelf in Relation to Environmental Variability. **Marine Ecology Progress Series**, v. 232, p. 15-27.

Elliott, M.; Quintino, V. (2007) The estuarine paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 640-645.

Engle, V. D.; Summers, J. K. (1999) Latitudinal gradients in benthic community composition in Western Atlantic estuaries. **Journal of Biogeography**, v. 26, p. 1007-1023.

Glynn, P. W. (1997) Bioerosion and Coral-Reef Growth: A Dynamic Balance. In: Birkeland, C. (Org.). **Life and Death of Coral Reefs**. Chapman & Hall, New York, p.68-95.

Garcia, K. S.; Oliveira, O. M. C.; Araújo, B. R. N. (2008) Biogeoquímica de folhas de *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae) na área norte da Baía de Todos os Santos. In: Queiroz, A. F. S.; Celino, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Recupetro-Proamb, EDUFBA, Bahia, p. 213-232.

Gray, J. S. (1974) Animal-sediment relationships. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v. 12, p. 223-261.

Hampel, H.; Cattrijsse, A.; Vincx, M. (2003) Habitat Value of a Developing Estuarine Brackish Marsh for Fish and Macrocrustaceans. **ICES Journal of Marine Science**, v. 60, p. 278-289.

Hartt, C. F. (1870) **Geology and Physical Geography of Brazil**. Fields, Osgood, & CO., Boston.

Hatje, V.; Barros, F; Figueiredo, D. G.; Santos, V. L. C. S.; Peso-Aguiar M. C. (2006) Trace metal contamination and benthic assemblages in Subae estuarine system, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 969-987.

Hubbard, D.K. (1997) Reefs as Dynamic Systems. In: Birkeland, C. (Org.). **Life and Death of Coral Reefs**. Chapman & Hall, New York, p. 43-67.

Kennish, M. J. (2002) Environmental threats and environmental future of estuaries. **Environmental Conservation**, v. 29, p. 78-107.

Kramer, P. L.; Lang. J.; Marks, K.; Garza-Peres, R.; Ginsburg, R. (2005**) Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA).** Version 4.0. www.agrra.org/method/methodology.html

Laborel, J. (1969) **Les Peuplement de Madreporaires de Côtes Tropicales du Brésil**. Tese de Doutorado, Annales de L'Université D'Abidjan, Serie E-II, Fascicule 3, Paris.

Leão, C. S. ; Queiroz, A. F. S.; Celino, J. J.; Hadlich, G. M. (2008) Metais traços no ecossistema manguezal da Baía de Aratu. In: Queiroz, A. F. S.; Celino, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Recupetro-Proamb, EDUFBA, Bahia, p. 233-245.

Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P.; Testa, V. (2003) Corals and Coral Reefs of Brazil. In: Cortés, J. (Org.). **Latin American Coral Reefs**, Elsevier B.V., p. 9-52.

Levins, R. E.; Lewontin, R. (1980) Dialectics and Reductionism in Ecology, In: Keller, D. R. and Golley, F.B. **The Philosophy of Ecology: From Science to Synthesis**. Athens: The University of Georgia Press, p. 218-225.

Long, E. R.; MacDonald, D. D.; Smith, S. C.; Calder, F. D. (1995) Incidence of Adverse Biological Effects Within Ranges of Chemical Concentrations in Marine and Estuarine Sediments. **Environmental Management**, v. 19, p. 81-97.

Lu, L. (2005) The relationship between soft-bottom macrobenthic communities and environmental variables in Singaporean waters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, p. 1034-1040.

Lubchenco, J.; Olson, A. M.; Brubaker, L. B.; Carpenter, S. R.; Holland, M. M.; Hubbell, S. P.; Levin, S. A.; MacMahon, J. A.; Matson, P. A.; Melillo, J. M.; Mooney, H. A.; Petreson, C. H.; Pulliam, H. R.; Real, L. A.; Regal, P. J.; Risser, P.G. (1991) The sustainable biosphere initiative: An ecological research agenda. **Ecology**, v. 72, p. 371-412.

Magalhães, W. F. (2008) **Análise estrutural e funcional das assembléias de Polychaeta do infralitoral dos principais tributários da Baía de Todos os Santos**. Monografia, Curso de Oceanografia, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 56 p.

Maurer, B. A. (1999) **Untangling Ecological Complexity: the Macroscopic Perspective**. 1ª Ed., University of Chicago Press, Chicago.

McClanahan T. R. (1995) A Coral Reef Ecosystem-Fisheries Model: Impacts of Fishing Intensity and Catch Selection on Reef Structure and Processes. **Ecological Modelling**, v. 80, p. 1-19.

Michael, E. L.; Allen, W. E. (1921) Problems of marine ecology. **Ecology**, v. 2, p. 84-88.

Munari, C.; Rossi, R.; Mistri, M. (2005) Temporal Trends in Macrobenthos Community Structure and Redundancy in a Shallow Coastal Lagoon (Valli di Comacchio, Northern Adriatic Sea). **Hydrobiologia**, v. 550, p. 95-104.

Nanami, A.; Saito, H.; Akita, T.; Motomatsu, K.; Kuwahar, H. (2005) Spatial Distribution and Assemblage Structure of Macrobenthic Invertebrates in a Brackish Lake in Relation to Environmental Variable. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63, p. 167-176.

Nascimento, I. A.; Smith, D. H.; Gomes M. G. S.; Santos G. V.; Pereira, S. A. (2000a) Ecotoxicological diagnosis of Aratu bay, Bahia, Brazil: a new approach to validate a reactive short-term toxicity end-point by comparison with intertidal benthic activity. **Aquatic Ecosystem Health and Management** v. 3, p. 485-497.

Nascimento A.; Smith D. H.; Pereira S. A.; Sampaio de Araujo, M. M.; Silva, M. A.; Mariani, A. M. (2000b) Integration of varying responses of different organisms to water and sediment quality at sites impacted and not impacted by the petroleum industry. **Aquatic Ecosytem Health and Management Society**, v. 3, p. 449-458.

Orge, M. D. R.; Porsché, I. J.; Costa, M. C.; Lima, J. S.; Soares, S. E. D.; Justino, R. (2000) Assessment of Oil Refinery Waste on *Rhizophora mangle* L. Seedling Growth in Mangroves of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 471-477.

Paul, V. J.; Tracker, R. W.; Banks, K.; Golubic, S. (2005) Benthic Cyanobacterial Bloom Impacts on the Reefs of South Florida (Broward Country, USA). **Coral Reefs**, v. 24, p. 693-697.

Peso-Aguiar M. C.; Smith D. H., Assis R. C. F.; Santa-Isabel, L. M.; Peixinho, S.; Gouveia, E. P.; Almeida, T. C. A.; Andrade, W. S.; Carqueija, C. R. G.; Kelmo, C. F.; Carrozzo, G.; Rodrigues, C. V.; Carvalho, G. C.; Jesus A. C. S. (2000) Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health and Management Society**, v. 3, p. 459-470.

Peter, E. C. (1997) Diseases of Coral-Reef Organisms. In: Birkeland, C. (Org.). **Life and Death of Coral Reefs**. Chapman & Hall, New York, p. 114-139.

Peters, R. H. (1991) **A critique for Ecology**. 1a. Ed., Cambridge University Press, Cambridge.

PETROBRAS/FUNDESPA. (2003) **Diagnóstico ambiental marinho da área de influencia da refinaria Landulpho Alves Mataripe** (DAMARLAM). Relatório Final, São Paulo, FUNDESPA.

PETROBRAS/FUSP. (2005) **Programa de monitoramento ambiental do ecossistema estuarino na área de influência da Refinaria Landulfo Alvez** (PROMARLAM). Relatório Final. São Paulo, FUSP.

Porte, C; Barceló, D.; Tavares, T. M.; Rocha, V. C.; Albaigés, J. (1990) The uses of mussel watch and molecular marker concepts in studies of hydrocarbons in a tropical bay (Todos os Santos, Bahia, Brazil). **Archives of Environmental Contamination and Technology**, v. 19, p. 263-274.

Queiroz, A. F. S.; Celino, J. J. (2008) **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Recupetro-Proamb, EDUFBA, Bahia, Salvador, 300 p.

Rathbun R. (1876) Extinct coral reef at Bahia. **American Naturalist**, v. 10, p. 439-440.

Rathbun R. (1878) Note on the coral reefs of the island of Itaparica, Bahia and of Parahyba do Norte. **Proceeding Boston Society of Natural History**, v. 20, p. 39-41.

Rex, M. A.; Alister, A.; Stuart, C.T.; Clarke, A. (2005) Large-Scale Biogeographic Patterns in Marine Mollusks: A Confluence of History and Productivity? **Ecology**, v. 86, p. 2288-2297.

Riegl, B. (2001) Degradation of Reef Structure, Coral and Fish Communities in the Red Sea by Ship Groundings and Dynamite Fisheries. **Bulletin of Marine Science**, v. 69, p. 595-611.

Silva, A. M. B. S.; Tavares, T. M.; Landim, H. B. (1981) Determination of mercury in intertidal bivalves along the coast of Todos os Santos Bay. **Ciência e Cultura (Supl.)**, v. 33, p. 519.

Silva E. M.; Peso-Aguiar M. C.; Navarro M. F. T.; Chastinet, C. B. A. (1997) Impact of petroleum pollution on aquatic coastal ecosystem in Brazil. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 112-118.

Smith, S. V. (1978) Coral-Reef area and the Contributions of Reefs to Processes and Resources of the World's Oceans. **Nature**, v. 273, p. 225-226.

Smith, J. E.; Shaw, M.; Edwards, R. A.; Obura, D.; Pantos, O.; Sala, E.; Sandin, S. A.; Smriga, S.; Hatay, M.; Rohwe, F. L. (2006) Indirect Effects of Algae on Coral: Algae-Mediated, Microbe-Induced Coral Mortality. **Ecology Letters**, v. 9, p. 835-645.

Snelgrove, P. V. R. e Butman, C. A. (1994) Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v. 32, p. 111-177.

Sorokin, I.Y. (1995) Reef & Lime Constructions. In: **Ecological Studies - Coral Reef Ecology**, Ed. Springer, n. 102, Cap.1, p. 4-28.

Souza Santos, V. L. C.; Raymundo, C. C.; Tavares, T. (2000) Isomers os Dodecylbenzene in Marine Sediments from the Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 479-484.

Spalding, M. D. (2000) Spatial Variation in Coral Reef Fish Biodiversity at Intermediate Scales Around Oceanic Islands. **Proceedings 9th International Coral Reef Symposium**, v. 1, p. 23-27.

Stark, J. S.; Riddle, M. J.; Snape, I.; Scouller, R. C. (2003) Human impacts in Antartic marine soft-sediment assemblages: correlations between multivariate biological patterns and environmental variables at Casey Station. **Estuarine and Coastal Shelf Science**, v. 56, p. 717-734.

Suchanek, T. H.; Carpenter, R. C.; Witman, J. D.; Drew Harvell, C. (1983) Sponges as Important Space Competitors in Deep Caribbean Coral Reef Communities. **Symposia Series for Undersea Research**, v. 1, p. 55-60.

Tavares T. M.; Rocha V. C.; Porte C.; Barcelo D.; Albaiges J. (1988) Application of the mussel watch concept in sudies of Hydrocarbons, PCBs and DDT in the Brazilian Bay of Todos os santos Bahia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 9, p. 575-578.

Tanner, J. E. (1995) Competition Between Scleractinian Coral and Macroalgae: An Experimental Investigation of Coral Growth, Survival and Reproduction. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 190, p. 151-168.

Valiela, I. (2001) **Doing science.** Oxford University Press, Oxford.

Venturini, N. e Tommasi, L. R. (2004) Polycyclic aromatic hydrocarbons and changes in the trophic structure of polychaete assemblages in sediments of Todos os Santos Bay, Northeastern, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, p. 97-107.

Venturini, N.; Tommasi, L. R.; Bicego, M. C.; Martins, C. C. (2004) Characterization of the benthic environment of a coastal area adjacent toa n oil refinary, Todos os Santos Bay (NE-Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, p. 123-134.

Vermeij, M. J. A. (2005) Substrate Composition and Adult Distribution Determine Recruitment Patterns in a Caribbean Brooding Coral. **Marine Ecology Progress Series**, v. 295, p. 123-133.

Vitousek, P. M.; Mooney, H. A.; Lubchenco, J.; Melillo, J. M. (1997) Human Domination of the Earth's Ecosystems. **Science**, v. 277, p. 494-499.

Underwood, A. J.; Chapman, M. G.; Connell, S. D. (2000) Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 250, p. 97-15.

Wallnerr-Kersanach, M.; Lobo, S. E.; Silva, E. M. (1994) Depuration effects on trace metals in *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 52, p. 840-847.

Wasserman, J.C.; Queiroz, E. L. (2004) The Attenuation of Concentrations Model: A New Method for Assessing Mercury Mobility in Sediments. **Química Nova**, v. 27, p. 17-21.

Weis; J. S.; Skurnick, J.; Weis, P. (2004) Studies of a Contaminated Brackish Marsh in the Hackensack Meadowlands of Northeastern New Jersey: Benthic Communities and Metal Contamination. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, p. 1025-1035.

WRI (World Resources Institute). (1996) **World Resources 1996–1997**. Oxford University Press, New York.

VII

TERRAS DE DO ALVARODA COSTA
Bahia de todolos sãtos
I. dos frades
Ilha de Maree
Barra de paraoaçu

Boypeba

I: dos frades

Bahia de todolos sãtos

TERRAS DE DO ALVA RODA COSTA

ITAPARICA

Contaminação Química

Vanessa Hatje
Márcia Caruso Bícego
Gilson Correia de Carvalho
Jailson Bittencourt de Andrade

Introdução

O início da impactação antrópica da Baía de Todos os Santos (BTS) data do século XVI, com a construção da cidade de Salvador, a implantação dos primeiros engenhos de cana-de-açúcar e o princípio da "indústria" da construção naval (Capítulo I). Entretanto, a aceleração do processo de alteração ambiental ocorreu na metade do século XX, quando os municípios localizados no entorno da BTS experimentaram um período de transformação econômica e social importante, devido à Petrobras ter escolhido a Bacia Sedimentar do Recôncavo (Capítulo II) para sistematizar as suas pesquisas e explorar petróleo.

Na metade dos anos 50, quando o processo de industrialização do centro-sul do Brasil demandava o uso de combustíveis fósseis, a Petrobras instalou uma pequena refinaria em Mataripe (no entorno da BTS), a refinaria Landulpho Alves (RLAM), que ainda continua em operação. Durante as três décadas seguintes, o Recôncavo Baiano foi o único produtor nacional de petróleo, chegando a produzir um quarto das necessidades nacionais (Oliveira, 2003).

O segundo momento mais importante do processo de industrialização do Recôncavo Baiano foi a criação, com incentivos da extinta SUDENE, do Centro Industrial de Aratu (CIA), já no final da década de 60, e a formação do Complexo Petroquímico de Camaçari (Copec), em 1978. Desde este período mais de 200 indústrias (químicas, metalúrgicas, mecânicas, farmacêuticas e alimentícias) se instalaram no CIA. O Pólo Petroquímico de Camaçari, por sua vez, diversificou as suas atividades ao longo dos anos e atualmente possui indústrias dos setores químico e petroquímico, entre outros (*e.g.* indústria automobilística). Em Feira de Santana está localizado outro complexo industrial, o Centro Industrial do Subaé (CIS), hoje com mais de 150 indústrias. A implantação das atividades industriais levou ao crescimento das atividades portuárias, tanto dos portos de Salvador e de Aratu, como a implantação de terminais privativos, importantes para garantir o escoamento da produção industrial e subsidiar o desenvolvimento do CIA, CIS e do Copec.

A contaminação é uma das principais consequências dos impactos antrópicos nos ambientes costeiros e, potencialmente, um fator de risco para a saúde pública. Dentre os principais contaminantes ubíquos nas regiões costeiras, destacam-se os metais que são naturalmente encontrados em baixas concentrações no ambiente, como elementos acessórios de minerais e rochas. Os metais têm sido utilizados pelo homem há séculos e, hoje, estão presentes em uma infinidade de produtos que contribuem para o desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar da população. Apesar dos controles cada vez mais rígidos das emissões de fontes antrópicas, o crescimento da demanda por produtos industrializados, bem como as novas tecnologias, a exemplo dos metalo-nanomateriais, estão introduzindo espécies metálicas no ambiente em formas ainda pouco estudadas pela comunidade

científica. Em geral, os metais de transição, localizados no meio da Tabela Periódica, incluem a maioria dos metais de interesse ambiental como, por exemplo, o Cu, Cd, Cr, Hg e Zn.

Uma vez lançados no ambiente aquático, os metais associam-se ao material particulado em suspensão e, eventualmente, são depositados nos sedimentos de fundo, formando reservatórios relativamente estáveis. Entretanto, mudanças nas condições físico-químicas do meio podem causar a mobilização dos metais depositados nos sedimentos e a liberação de formas mais biodisponíveis para a coluna d'água. A ressuspensão de sedimentos de fundo e a bioturbação desempenham um papel fundamental na remobilização de metais acumulados nos sedimentos.

Um dos principais problemas associados à contaminação ambiental por metais traços é a bioacumulação destes elementos pela biota. A bioacumulação é, em geral, uma boa medida integrativa das exposições da biota em ambientes contaminados. A exposição (contínua ou aguda) de organismos bentônicos ou pelágicos a altos teores de metais pode causar efeitos adversos. Quando, por exemplo, um elemento traço substitui outro em uma proteína ou bloqueia um sítio ativo, impedindo um caminho metabólico e, potencialmente, causando modificações fisiológicas e genéticas como resposta à toxicidade que o organismo está sujeito (Rainbow e White, 1989; Rainbow e Phillipis, 1993).

Assim, todos os metais são potencialmente tóxicos, incluindo os metais essenciais, quando ocorrem em excesso. Uma ordem geral em termos de toxicidade das formas inorgânicas de metais traço pode ser definida como: Hg > Ag > Cu > Cd > Zn > Ni > Pb > Cr > Sn (Luoma e Rainbow, 2008).

Os hidrocarbonetos, por sua vez, configuram uma classe de compostos orgânicos presentes na constituição da matéria orgânica de origem vegetal e animal, e também estão entre os contaminantes introduzidos no ambiente costeiro. As fontes antrópicas mais significativas desses compostos são por introdução direta de petróleo ou derivados e deposição atmosférica, provenientes, principalmente, de processos de combustão incompleta de combustíveis fósseis e de origem vegetal (NRC, 2003; Law e Biscaya, 1994; Lopes e de Andrade, 1996).

Os hidrocarbonetos presentes no petróleo são caracterizados por sua estrutura química, sendo classificados como hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos. Em média, o petróleo contém cerca de 80% de hidrocarbonetos alifáticos e 15% de compostos aromáticos. O restante é formado por compostos contendo outros elementos, como enxofre, nitrogênio e oxigênio. O petróleo também pode conter metais em nível de traço, como Ni, V, Cr e Fe (UNEP, 1992).

Os hidrocarbonetos alifáticos saturados presentes no petróleo podem ser de cadeia normal (parafinas), ramificada (isoprenóides) ou cíclica (naftenos). Os alcanos normais (n-alcanos) são os compostos mais importantes do petróleo e

podem conter quantidades de carbono que variam de 1 a 78 átomos em alguns tipos de petróleo (NRC,1985). Também estão entre os hidrocarbonetos mais comuns de origem biogênica (NRC, 1985; Volkman *et al.,* 1992).

Os hidrocarbonetos aromáticos possuem um ou mais anéis benzênicos. O grupo benzênico é muito estável e persistente no ambiente, podendo ter efeitos tóxicos nos organismos (NRC, 1985). Os compostos monoaromáticos possuem apenas um anel benzênico e os mais voláteis encontrados no petróleo são denominados BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) e são abundantes em óleos leves (NRC, 2003). Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) contêm pelo menos dois anéis benzênicos e representam em média 7% da composição de um óleo cru (NRC, 2003). Estes compostos podem ser sintetizados por algumas bactérias, plantas ou fungos e, ainda, podem ser liberados no mar pelas fendas naturais nos fundos oceânicos. Entretanto, atualmente, as atividades antrópicas são as maiores responsáveis pela entrada desses compostos no ambiente marinho (McElroy *et al.*, 1989).

Dentre os hidrocarbonetos, os HPAs são os compostos que apresentam maior toxicidade ao ambiente e à saúde humana e animal, podendo causar irritações e dermatite na pele, mucosa e olhos; distúrbios no fígado, no sistema imunológico, nos tecidos ósseos (medula óssea) e no sistema nervoso; leucemia, câncer e tumores no pulmão e estômago (Neff, 1985; GESAMP, 1991; Varanasi *et al.*, 1989). Os HPAs são os hidrocarbonetos mais resistentes à biodegradação microbiológica e os mais estáveis no ambiente. São fortemente adsorvidos nos sedimentos, persistindo por muitos anos nos compartimentos ambientais.

Este capítulo tem por objetivo sumarizar e avaliar os dados de contaminantes inorgânicos (i.e. metais traço) e orgânicos (hidrocarbonetos) nos compartimentos bióticos (fauna) e abióticos (sedimentos e material particulado), apresentando para o leitor uma visão contemporânea sobre a qualidade ambiental da Baía de Todos os Santos.

Fontes de contaminantes

Recentemente, foi realizado um inventário de atividades antrópicas com potencial de contaminação da BTS (CRA, 2008). Este estudo cadastrou 58 indústrias e uma olaria como fontes de contaminação. Os municípios de Simões Filho, Feira de Santana e Candeias, localizados, respectivamente, a nordeste, noroeste e norte da BTS, concentram o maior número de atividades industriais (vide Mapa Temático). Dentre os principais ramos de atividades, destacam-se as indústrias químicas, petroquímicas, metalúrgicas, de produtos alimentícios e fertilizantes. Os produtos químicos utilizados ou gerados por estas indústrias são bastante diversos e incluem

metais (Fe, Zn, Hg, Mn e Cu), ácidos minerais, sulfetos e sulfatos metálicos, óleos vegetais, petróleo e derivados, soda, naftaleno, benzeno, fenol, polipropileno, cloro, hexano, óxidos, celulose, sisal, brita, amônia, entre outros.

Apesar de desativada desde 1993, é necessário registrar a Plumbum /COBRAC como uma fonte contemporânea importante de metais (principalmente Cd, Pb e Zn) para o rio Subaé e, consequentemente, para a BTS. A Plumbum é uma beneficiadora inativa de minério de Pb, localizada no município de Santo Amaro, a menos de 300 m do rio Subaé. Durante 33 anos de funcionamento, esta indústria lançou diretamente nas águas deste rio, e também através do transbordo de uma lagoa de rejeitos e pela emissão de material particulado atmosférico, uma grande quantidade de material contaminado. No passado, resíduos e filtros das chaminés foram inadvertidamente utilizados pela prefeitura e também pela população de Santo Amaro para a pavimentação de ruas, a construção de escolas e mesmo como colchões e tapetes (*e.g.* Carvalho *et al*., 2003). Até hoje os resíduos são estocados de forma inapropriada, a céu aberto, nos pátios da empresa, de modo que a lixívia dos resíduos para o lençol freático, o escoamento superficial e a poeira dos resíduos ainda são fontes significativas de metais para o rio Subaé, como será discutido mais a frente.

Outra fonte importante de metais, especialmente Hg, foi a Companhia Química do Recôncavo (CQR), que operou às margens da Baía de Itapagipe e hoje funciona no Pólo Petroquímico. Estima-se que a planta de cloro-álcali desta indústria despejou entre 2 e 4 kg diários de cloreto de mercúrio nas águas de Itapagipe, durante seus doze anos de operação (CRA, 2004).

Dois portos (Salvador e Aratu; vide Mapa Temático) e vários terminais marítimos estão em funcionamento na BTS e, consequentemente, são fontes de contaminação por hidrocarbonetos, metais e demais produtos transportados pela região. É estimado que o Porto de Salvador movimente mais de 400.000 t ano^{-1} de produtos químicos e fertilizantes, enquanto o Porto de Aratu é responsável pela movimentação de cerca de 4 milhões de t ano^{-1} (CODEBA, 2008).

Dentre os terminais marítimos, destaca-se o TEMADRE (Terminal Marítimo Almirante Alves Câmara) construído em 1957. O TEMADRE é responsável pelo escoamento dos produtos da refinaria RLAM, como diesel, gasolina, parafina e lubrificantes. Este apresenta uma tancagem instalada com capacidade de armazenamento da ordem de 500.000 m^3 de petróleo e derivados, álcool e GLP, operando cerca de 50 navios por mês, com capacidade entre 90 e 120 mil toneladas, sendo o segundo terminal mais importante da Petrobras, superado apenas pelo terminal de São Sebastião, em São Paulo. TEMADRE possui ainda 40 tanques e esferas para armazenamento de petróleo, derivados e álcool, com uma capacidade de 600.000.000 m^3 por mês (CRA, 2004). O terminal movimenta 13.567.915 toneladas de petroquímicos importados e exporta 7.844.392 toneladas de petroquímicos (CODEBA, 2008).

Enquanto o número de acidentes é pequeno, comparado ao tráfego de navios, vazamentos de óleo ou efluentes da refinaria podem ter impacto negativo bastante significativo na biota, especialmente nas áreas de manguezais, e implicações diretas nas comunidades ribeirinhas que têm no extrativismo a principal fonte de proteína e renda. Nesse sentido, vale ressaltar, o derramamento de 48.000 L de petróleo bruto em 1992 (Orge *et al*., 2000) e o episódio recente, ocorrido em abril de 2009, quando aproximadamente 2.500 L de óleo vazaram para a BTS.

Outros terminais importantes são: (i) o Terminal da Dow Química, que exporta produtos químicos; (ii) o Terminal da Gerdau/Usiba, responsável pela importação de minérios de ferro e manganês (iii); o Terminal Dias Branco, agente importador de trigo e exportador de soja; (iv) o Terminal da Ford, exportador de veículos; (v) o Terminal São Roque, operado pela Petrobras, onde são reformadas e consertadas plataformas, chatas e navios-sonda; (vi) os terminais de passageiros de São Joaquim e Bom Despacho; e finalmente (vii) a Base Naval de Aratu.

O esgotamento sanitário é uma das principais fontes de contaminação de toda a área da BTS. Apesar dos esforços empenhados no Projeto Bahia Azul, do Governo Estadual, existem municípios com estações de tratamento não operacionais, como a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Santo Amaro, onde os efluentes são lançados diretamente no rio Subaé; e vários municípios que ainda não dispõem de esgotamento sanitário implantado pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), como é o caso de Nazaré, Salinas da Margarida, Saubara, São Gonçalo e São Sebastião do Passé (CRA, 2008).

As ilhas de Maré e Frades, entre outras, também não dispõem de estações de tratamento de esgoto. Na ausência da rede coletora e de tratamento de esgoto, efluentes domésticos são lançados na rede pluvial, a céu aberto e ou diretamente em mangues e rios que desembocam na BTS. Algumas das estações elevatórias localizadas no entorno da BTS possuem pontos de extravasamento em zonas de mangue.

Apesar de ainda existirem alguns grandes empresários do açúcar na região, as atividades agrícolas são reduzidas e dominadas por pequenos produtores rurais (5-10 ha), cuja maioria pratica a agricultura de sobrevivência e não dispõe de capital para subsidiar a compra de sementes e o uso de agroquímicos, predominando técnicas alternativas de cultivo e adubação. As principais culturas são cítricos, dendê, cana-de-açúcar e fumo, sendo que estas atividades concentram-se em Cruz das Almas, Muritiba, Jaguaripe e Cachoeira. A pastagem é a principal utilização de terras na região de entorno da BTS (CRA, 2008).

A carcinicultura é reconhecidamente uma fonte importante de contaminação (*e.g.* fosfato, uréia e antibióticos) para as zonas costeiras. A situação não é diferente na BTS. Esta atividade tem crescido rapidamente e de maneira irregular, especialmente na região de Salinas da Margarida, Jaguaripe e Santo Amaro. Atualmente, existem

36 empreendimentos cadastrados no Instituto do Meio Ambiente (IMA), mas não há registros atualizados sobre o tipo e a quantidade de insumos utilizados pela maioria deles (CRA, 2008).

Contaminantes nos compartimentos bióticos e abióticos da BTS

Metais traço

Desde 1975, existe registro de informações sobre a concentração de espécies metálicas com potencial impacto na Baía de Todos os Santos (Reis, 1975). Nas últimas três décadas foi produzido um volume significativo de informações, envolvendo principalmente Cu, Pb, Zn, Mn e Cd, em amostras de água, sedimento, material particulado em suspensão e em várias espécies de bivalves, peixes, crustáceos e flora de manguezal. Entretanto, os dados divulgados foram gerados em condições bem variáveis, em termos de desenhos amostrais, parâmetros avaliados e técnicas analíticas empregadas, assim como na forma de expressão (i.e. peso seco vs peso úmido, fração sedimentar analisada, etc.), o que dificulta a comparação dos mesmos.

As principais informações disponíveis sobre a contaminação por metais na Baía de Todos os Santos, com relação à matriz na qual o contaminante foi determinado, podem ser encontradas nos seguintes documentos:

- Água: Reis, 1975; Queiroz, 1992; CRA, 1996; CRA, 1998; Santos, 2002b; PETROBRAS/FUNDESPA, 2003; CRA, 2004; Bonfim, 2005; PETROBRAS/FUSP, 2005;
- Material particulado atmosférico: de Andrade *et al.*, 1996; Pereira *et. al.*, 2007;
- Sedimento: Brandão, 1978; Freire Filho, 1979; Queiroz, 1992; Paredes *et al.*, 1995; UFBA, 1996; Mestrinho, 1998; Argolo, 2001; Pletsch, 2002; Alves, 2002; Venturini, 2002; Santos, 2002a; Santos, 2002b; Brito, 2003; PETROBRAS/FUNDESPA, 2003; Santos, 2004; Leão, 2004; CRA, 2004; Onofre, 2005; PETROBRAS/FUSP, 2005; Felizzola, 2005; Junior, 2005; Hatje *et al.*, 2006a; Costa, 2006; Silva, 2006; Silva, 2007; Felizzola, 2007; Barros *et al.*, 2008; Costa, 2008; Queiroz e Celino, 2008a; Hatje *et al.*, 2009;
- Material particulado em suspensão: Tavares, 1981; Ramos, 1993; Mestrinho, 1998; CRA, 2004; Hatje *et al.*, 2006b; Hatje *et al.*, 2009; e

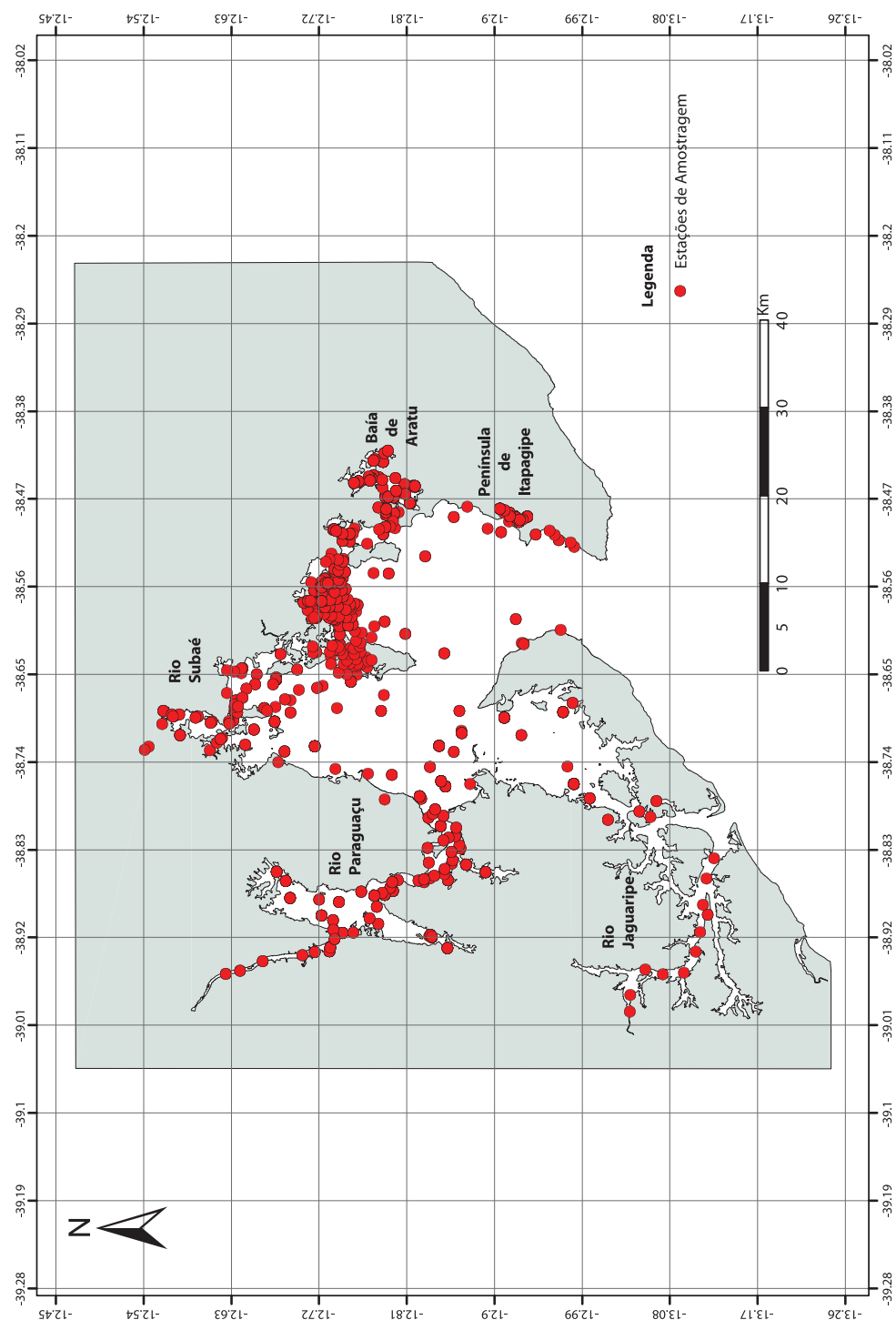
- Espécies de bivalves, peixes, crustáceos e flora de manguezal: Tavares, 1977; Tavares *et al.*, 1979a; b; Tavares, 1981; Toledo *et al.*, 1983; Wallner-Kersanach, 1994; Rodrigues *et al.*, 1989; Freitas *et al.*, 2002; PETROBRAS/FUNDESPA, 2003; Anjos e Sanches, 2003; CRA, 2004; Amado-Filho *et al.*, 2004; Rosa, 2004; Rodrigues, 2005; Jesus, 2005; Garcia, 2005; PETROBRAS/FUSP, 2005; Antunes, 2006; Carvalho, 2006; Garcia, 2008; Queiroz e Celino, 2008a.

Comparativamente, a quantidade de estudos que determinaram contaminantes na água é reduzida. Provavelmente, não apenas pelas dificuldades inerentes ao trabalho com esta matriz (i.e. baixas concentrações de contaminantes e matriz salina), mas também devido à grande variabilidade temporal e espacial das concentrações de contaminantes na água, o que implica na necessidade de se utilizar um número maior de amostras e réplicas, elevando substancialmente os custos. Em contraste, os sedimentos foram utilizados na maior parte dos estudos desenvolvidos na BTS.

O uso de biota, por sua vez, foi amplamente empregado para avaliar a qualidade ambiental, em especial na região de manguezais ao norte da BTS (Queiroz, 1992; Amado-Filho *et al.*, 2004; Jesus, 2005; Carvalho, 2006; Queiroz e Celino, 2008a). Dentre os organismos utilizados destacam-se os bivalves, em virtude de sua natureza séssil, habilidade de bioacumular contaminantes e sua ampla distribuição geográfica.

O desenho experimental usado em estudos de avaliação da magnitude da contaminação é crítico. Amostragens realizadas em apenas um evento fornecem uma fotografia instantânea da situação a ser avaliada. Por outro lado, a amostragem hierarquizada no espaço permite a distinção entre *hot spots* localizados próximo a fontes e a contaminação generalizada, oriunda de fontes antrópicas múltiplas (i.e. difusas e pontuais), possibilitando inferir sobre o transporte e a dispersão de contaminantes.

De um modo geral, os estudos realizados na BTS são descritivos e utilizaram malhas regulares para realizar a amostragem nas áreas mais sujeitas à impactação antrópica: as regiões adjacentes aos setores intensamente industrializados, como a Baía de Aratu, a faixa localizada entre as ilhas de Madre de Deus e Maré, e o perímetro da desembocadura do rio Subaé. Este cenário está ilustrado na **Figura 1**, que registra a localização dos pontos de amostragem dos estudos levantados para compor este capítulo. Na **Figura 1**, pode se observar que a porção da baía situada ao sul de Salinas da Margarida, na costa oeste da BTS, e a região da bacia do rio Jaguaripe apresentam um número bastante reduzido de sítios estudados. Porém, como será discutido mais adiante, englobam áreas relativamente bem conservadas, com pouca atividade antrópica (vide Mapa Temático) e, portanto, poderão ser utilizadas, potencialmente, como áreas controle para alguns contaminantes.

Figura 1.
Localização das estações de amostragem dos estudos de avaliação de contaminação por metais traço nos sedimentos, água e material particulado, realizados na Baía de Todos os Santos.

Os estudos que objetivam a caracterização da variabilidade temporal, também conhecidos como estudos de monitoramento, consistem em realizar amostragens múltiplas, visando identificar e avaliar escalas de ocorrência de processos (i.e. sazonais, anuais e decenais), variação no aporte de carga de contaminantes e melhoria da qualidade de um corpo receptor de efluentes. Alguns estudos (*e.g.* Queiroz, 1992; CRA, 2004; Silva, 2006) visaram a avaliação temporal da contaminação dos compartimentos ambientais, com campanhas de amostragens nos períodos de verão e inverno. No entanto, amostras coletadas no inverno e no verão, em apenas uma ocasião, são réplicas espaciais e não temporais, pois não foram feitas medidas em escalas de tempo menores do que sazonais para avaliar a significância destas variações (Underwood, 1997; Hatje *et al.*, 2001a). Independentemente da matriz em questão ser água ou sedimento, existe um fator de confusão, associado às variações de pequenas escalas temporais e problemas na interpretação dos dados das chamadas campanhas sazonais.

Os dados disponíveis sobre a concentração de metais, especialmente para as águas da BTS, para o período anterior à década de 90, são limitados e muitas das informações não permitem comparação com resultados mais recentes, pois (i) não utilizaram procedimentos limpos, hoje amplamente descritos na literatura; (ii) não foram corroboradas por medidas independentes e/ou materiais de referência certificados; e (iii) são inconsistentes com valores mais recentes obtidos sob controles de qualidade mais rigorosos. Consequentemente, existe uma grande dificuldade para se realizar uma avaliação da evolução temporal das concentrações de metais na Baía de Todos os Santos.

Material particulado e sedimentos

O transporte através da atmosfera seguido de deposição seca (material particulado atmosférico) e úmida (chuva) tem um papel relevante na introdução de espécies metálicas nas zonas costeiras e oceânicas. No caso da Baía de Todos os Santos, existem poucas informações sobre as taxas de deposição de metais na literatura científica. Estudo realizado em Salvador, em que um dos locais de coleta foi o bairro do Bonfim, na Cidade Baixa, próximo à BTS (de Andrade *et al.*, 1996), revelou que a origem de Al, Ca, Cr, Cd, Fe, Mg, Mn, V, Zn e Na, associados a partículas em suspensão na atmosfera, era ressuspensão do solo, aerossol marinho, emissões veiculares e resultava ainda das atividades relacionadas com metalurgia e construção civil. A aplicação de análise fatorial revelou que, no Bonfim, as fontes solo, metalurgia e construção civil representavam 79% da variação total do sistema.

Estudos recentes (Pereira *et al.*, 2007) avaliaram as concentrações de Fe, Mn, Cu e Zn associadas ao material particulado atmosférico em três diferentes locais

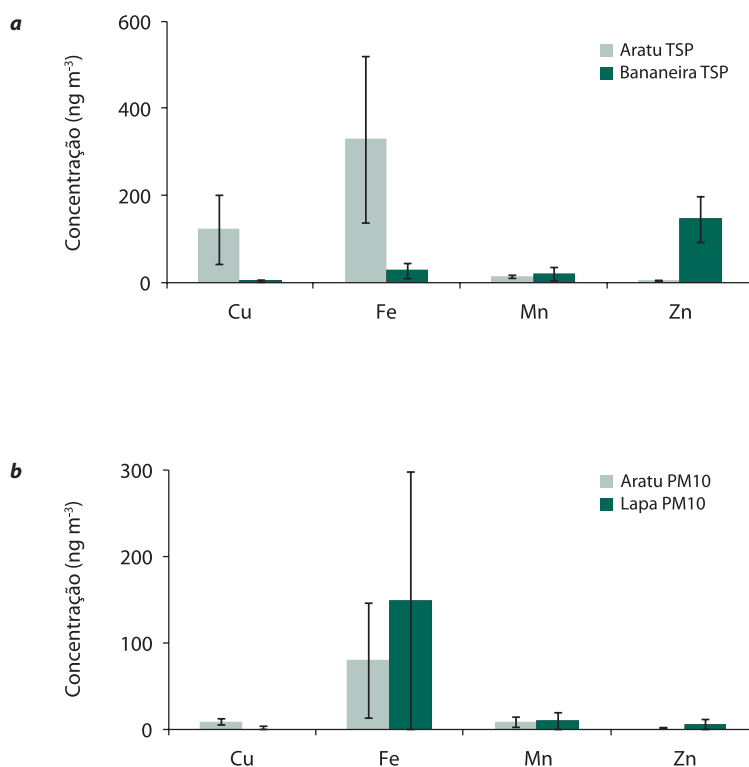
da Região Metropolitana de Salvador: a Estação de Transbordo da Lapa; o Porto de Aratu e a Vila de Bananeira, localizada na Ilha de Maré.

Bananeira apresentou média de partículas totais em suspensão no ar (36,1 μg m^{-3}) menor que o Porto de Aratu (169 - 182 μg m^{-3}), mas ainda acima dos valores permitidos pelos padrões brasileiros (Pereira *et al.*, 2007), e não muito menores que os determinados em outros locais de Salvador (Andrade *et al.*, 1996).

Com relação às espécies metálicas estudadas (**Figura 2**), Zn foi a mais abundante, apresentando, em Bananeira, uma concentração média de 145 ng m^{-3}, durante o período estudado, muito maior que a determinada no Porto de Aratu, 4 ng m^{-3} (Pereira *et al.*, 2007). O fator de enriquecimento (FE) de Zn em Bananeira foi muito alto (3.909).

Cobre e Mn também apresentaram enriquecimentos elevados no material particulado atmosférico, atingindo, respectivamente, FE 192 e 45, revelando uma forte contribuição antrópica. Os FEs observados para o material particulado atmosférico, especialmente o enriquecimento tão expressivo de Zn em Bananeira, não foram observados nas amostras de sedimento nas adjacências da Ilha de Maré e/ou outras regiões do infralitoral da BTS, como será discutido a seguir.

Além do material particulado atmosférico, o material particulado em suspensão (MPS), de origem fluvial, é um importante vetor de transporte de conta-

Figura 2.
*Teores de metais encontrados no material particulado atmosférico. (**a**) Partículas totais em suspensão no ar (TSP) no Porto de Aratu e em Bananeira, na Ilha de Maré e (**b**) Material particulado atmosférico com diâmetro aerodinâmico < 10 μm (fração PM10) encontrado no Porto de Aratu e Estação de Transbordo da Lapa. As barras indicam ± o erro padrão (modificado de Pereira et al., 2007).*

minantes para a zona costeira. Tipicamente, mais de 50% do Pb, Zn, Cr, Co e Cu são transportados como MPS, mesmo quando as concentrações de material particulado em suspensão nas águas são baixas (Horowitz, 1991), como é o caso dos tributários da BTS (2 - 86 mg kg^{-1}; Hatje *et al.*, 2009).

As concentrações de metais traço no MPS dos estuários dos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe (vide Capítulo III, para uma caracterização detalhada) mostraram variabilidades inter e intraestuarina (**Tabela 1**) que representam as particularidades geológicas e as atividades antrópicas desenvolvidas em cada bacia de drenagem. A distribuição espacial da maioria dos elementos metálicos estudados (*e.g.* Cd, Cu, Pb e Zn) não apresentou o padrão esperado de decréscimo de concentração das porções fluviais do estuário em direção à desembocadura na BTS, caso típico de elementos cuja principal origem é litogênica (Hatje *et al.*, 2009). Esta ausência de um padrão claro de diluição do material de origem fluvial também foi relatada, anteriormente, para o estuário do rio Paraguaçu (Tavares, 1981) e outros estuários ao redor do globo (*e.g.* Zwolsman e van Eck, 1999; Hatje *et al.*, 2001b; LeBlanc e Schroeder, 2008). Este tipo de comportamento pode estar associado a uma série de fatores como, por exemplo, o aumento de sorção de metais nos sólidos em suspensão, causado pelo incremento do pH ao longo do gradiente estuarino, e fontes antrópicas amplamente distribuídas nas bacias de drenagem, entre outros.

Tabela 1. *Teores de metais traço (μg g^{-1}) associados ao material particulado nos estuários dos tributários da Baía de Todos os Santos, BA.*

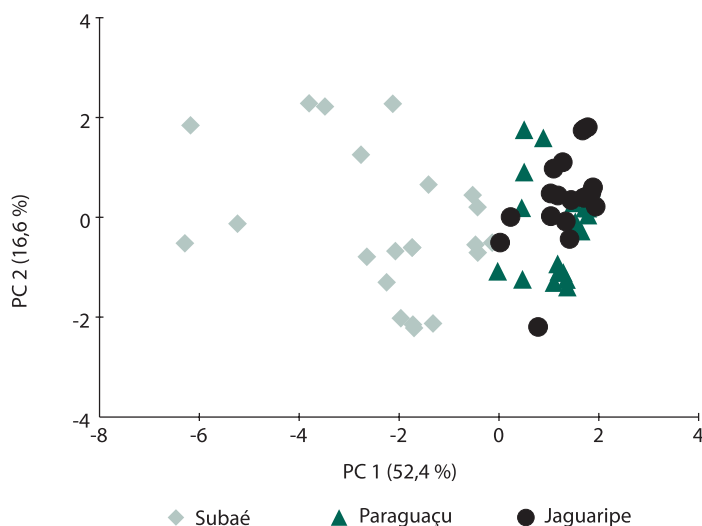
Elemento	Paraguaçu		Subaé		Jaguaripe	
	mínima	máxima	mínima	máxima	mínima	máxima
Cd	>0,001	0,61	>0,001	3,47	>0,001	>0,001
Co	0,89	13,3	9,15	48,0	2,24	12,9
Cr	1,98	10,2	1,40	13,6	2,69	19,4
Cu	3,11	11,6	12,3	38,9	2,67	14,1
Ni	8,59	33,4	9,94	22,3	2,42	13,0
Mn	480	4130	482	6027	1581	2883
Pb	5,00	19,9	30,7	125	5,77	22,3
Zn	9,35	46,6	62,7	212	14,4	64,4

Fonte: Modificado de Hatje et al., 2006b.

Estudos recentes dos fluxos de material particulado em suspensão dos tributários para a BTS (Hatje *et al.*, 2006a) indicaram um aporte de carga da ordem de 10^1 a 10^3 kg m^{-1} de largura da seção fluvial. Dentre os elementos estudados, o Mn, seguido por Zn e Pb foram os elementos que apresentaram os maiores fluxos. O total de metais transportados variou entre 10^{-5} kg m^{-1} e 10^1 kg m^{-1} de largura da

seção. Este estudo mostrou que, dentre os principais tributários, o rio Subaé é a principal fonte de material particulado em suspensão e de metais traço para a BTS. Isto é corroborado pelos dados apresentados em CRA (2004), os quais também indicam os rios Dom João e Mataripe, localizados nas proximidades da refinaria RLAM, como fontes de Hg; e os rios Dom João, Mataripe e São Paulo como fonte de As para a BTS.

Com a utilização da análise de componentes principais (PCA) foi possível separar, baseando-se na concentração dos metais traço, os principais estuários da BTS (**Figura 3**).

Figura 3.
Análise de componentes principais das concentrações de metais traço (Co, Cu, Cr, Ni, Pb e Zn) no MPS dos estuários dos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe.

A soma da varibilidade explicada com dois eixos (PCs; **Figura 3**) foi de 69%. As variáveis que apresentaram maior correlação com o PC1 foram, em ordem decrescente Zn, Cu, Pb e Co. Estas variáveis que compuseram o eixo I são responsáveis pela separação do estuário do rio Subaé dos outros dois estuários avaliados, de acordo com um gradiente de contaminação. Assim, foi possível verificar que a contaminação do material particulado cresce no eixo I (PC1, **Figura 3**), da direita para a esquerda. Neste eixo há uma sobreposição das estações dos estuários de Jaguaripe e Paraguaçu. O eixo II (PC2, **Figura 3**) separou, parcialmente, os estuários dos rios Paraguaçu e Jaguaripe, baseado principalmente nas concentrações de Cr e, secundariamente, nas concentrações de Ni. Ambos os elementos têm fonte associada, principalmente, à litologia da região e apresentaram concentrações no MPS inferiores aos valores "*background* natural" (Argollo, 2001; CRA, 2004), estimados para a BTS. As concentrações de metais no MPS dos estuários dos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe, testadas através da análise ANOSIM, mostraram que as similari-

dades das amostras intraestuários são significativamente ($P < 0,05$) maiores do que as similaridades entre estuários, corroborando os resultados do PCA apresentados na **Figura 3**.

Para os dados de metais nos sedimentos de fundo, foi observado o mesmo padrão, i.e. os sedimentos do estuário do rio Subaé (e.g. Patchineelam e Forstner, 1983; CRA, 2004; Hatje *et al*., 2006a) têm uma "assinatura geoquímica" bastante distinta, são mais enriquecidos em Cd, Pb e Zn, comparativamente aos estuários do Paraguaçu (Mestrinho, 1998; CRA, 2004; Rosa, 2004; Silva, 2006; Barros *et al*., 2008) e do Jaguaripe (Hatje *et al*., 2009).

Zinco e Cd eram eram constituintes minoritários do minério de Pb utilizado pela Plumbum, em funcionamento nas proximidades do rio Subaé, entre 1960 e 1993. Durante este período, a metalúrgica produziu entre 11×10^6 e 32×10^6 kg de barras de Pb ano^{-1} e estima-se que mais de 25×10^7 kg de Cd foram lançados no rio Subaé e pelo menos 15×10^7 kg de Cd tenham sido lançados na atmosfera. Na década de 70, um estudo pioneiro sobre a contaminação por metais em um tributário da BTS (Reis, 1975) mostrou que as concentrações de Cd e Pb nas águas do rio Subaé excediam os limites preconizados pela Organização Mundial da Saúde em, respectivamente, 8 e 16 vezes. Mais de 30 anos depois deste primeiro estudo, os teores de Pb em águas subterrâneas coletadas no município de Santo Amaro, nas proximidades da Plumbum, ainda são bastante elevados atingindo valores superiores a 230 $\mu g\ L^{-1}$, muito acima do limite preconizado na legislação brasileira, Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (Santos, 2009). Estes dados de água subterrânea, somados aos dados de metais em sedimento de fundo e MPS, bem como as alterações de estrutura de comunidades bentônicas documentadas para o estuário do rio Subaé (vide Capitulo VI; Hatje *et al*., 2006a) indicam que as escórias da inativa Plumbum, localizadas no pátio da empresa, bem como em lagoas de decantação, continuam sendo uma fonte contemporânea importante de metais, especialmente Pb, Cd e Zn, para o lençol freático, para o rio Subaé e, consequentemente, para a BTS.

A contaminação severa, *e.g.* causadora de efeitos adversos na biota e impondo risco toxicológico para a saúde humana, como é o caso do estuário do rio Subaé (Carvalho *et al.*, 1984; 1985; 1989; 2003), tipicamente ocorre como *hot spot*. A ocorrência de *hot spot* em sedimentos é o resultado do acúmulo de contaminantes próximo às fontes. A área de influência do *hot spot* depende da carga do contaminante, da hidrodinâmica local, da diluição do MPS com partículas não contaminadas, da granulometria e do transporte dos sedimentos. Em ambientes onde a urbanização ocupa todo o entorno do estuário, e fontes diversas de esgotamentos domésticos estão presentes, como é o caso do Subaé, a caracterização de gradientes na zona de entorno do *hot spot*, bem como no corpo d'água receptor do estuário, é muito complexa.

Concentrações pontuais altas de outros elementos metálicos (**Tabela 2**), além do Pb, ocorrem em outros locais da BTS, como pode ser constatado através dos fatores de enriquecimento (FE) calculados (**Tabela 3**) para os dados levantados para a BTS (**Tabela 2**).

Tabela 2. *Concentração máxima e mínima de metais (μg g^{-1}) em sedimentos da BTS e outros estuários e baías costeiras.*

		Zn (μg g^{-1})		Pb (μg g^{-1})		Cu (μg g^{-1})		Cd (μg g^{-1})		As (μg g^{-1})	
Fonte	**Local**	**Mín**	**Máx**	**Mín**	**Máx**	**Mín**	**Máx**	**Mín**	**Máx**	**Mín**	**Máx**
Bahia Azul, 2000*	BTS	72,2	320	25,0	148	37,0	96,0	3,40	3,40	-	-
CRA, 1996	BTS	4,00	1646	2,00	780	3,00	666	0,650	3,00	-	-
CRA, 1997	BTS	2,20	774	2,00	359	1,90	404	-	-	-	-
CRA,1998	BTS	3,20	307	6,40	43,4	2,30	425	-	-	-	-
CRA, 2004	BTS	0,44	332	0,16	107	0,16	429	0,003	5,56	0,012	71,9
Paredes *et al*., 1995	BTS	15,3	102	2,50	156	6,80	51,0	0,010	11,4	-	-
Silva, 2006	BTS	16,2	22,8	10,7	15,6	4,28	15,2	0,034	0,28	-	-
Mestrinho, 1998	BTS	19	136	18	40	9,5	24	<LD	2,67	-	-
Alves, 2002	BTS	20,4	107	13,3	60,2	11,1	52,7	-	-	-	-
Bonfim, 2005	BTS	2,90	108	0,90	33,6	0,50	30,0	0,100	1,15	-	-
Garcia, 2005	BTS	18,7	73,3	0,02	32,9	12,4	35,3	0,004	0,98	-	-
Junior, 2005	BTS	14,1	97,7	6,14	53,6	8,99	44,4	0,010	2,73	-	-
Leão, 2004	BTS	0,29	124	0,25	631	2,51	23,0	0,050	1125	-	-
Onofre, 2005	BTS	4,68	37,8	0,65	25,7	0,80	10,3	-	-	-	-
Ramos, 1993	BTS	42,4	49,4	43,8	63,4	33,4	46,8	-	-	-	-
Rosa, 2004	BTS	3,20	69,0	-	<10	2,20	134	<1	<1	-	-
Santos, 2002b	BTS	43,0	116	8,00	32,0	19,0	83,0	0,050	1,50	-	-
Queiroz, 1992	BTS	15,3	530	2,50	156	4,30	90,9	0,010	12,8	-	-
Queiroz e Celino, 2008a	BTS	3	95	10	74	5	43	<LD	0,06	-	-
Pletsch, 2002	BTS	2,60	178	1,58	75,4	2,30	195	-	-	-	-
BMA, 2002	BTS	17,0	88,0	27,0	27,0	-	-	-	-	-	-
UFBA, 1996	BTS	-	-	2,70	618	2,63	230	0,010	2,16	0,93	85,1
Wallner Kersanach,1994	BTS	3,84	4,17	1,95	2,07	0,98	1,04	0,050	0,05	-	-
Celino *et al*., 2005	BTS	50,3	100	8,67	30,3	22,7	58,7	0,020	1,29	-	-
Otero *et al*., 2008	BTS	2,17	77,8	10,1	69,4	5,04	42,2	<0,9	<0,9	-	-
Hatje *et al*., 2006a	BTS	37,2	667	10,9	325	10,4	21,8	0,20	3,48	-	-
Barros *et al*., 2008	BTS	20,1	32,5	10,7	34,5	4,25	15,2	<LD	0,21	-	-

Continuação Tabela 2

Fonte	Local	Zn (µg g-1)		Pb (µg g-1)		Cu (µg g-1)		Cd (µg g-1)		As (µg g-1)	
		Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Onofre *et al*., 2008	BTS	4,68	31,8	1,36	21,1	0,45	10,3	<0,1	<0,1	-	-
Passos, 2005	Estuário do rio Sergipe	7,42	99,7	8,14	31,1	5,0	32,7	0,07	0,56	-	-
Luis Silva *et al*., 2006	Santos-Cubatão	53	476	9	127	13	109	<LD	1,6	-	-
Neto *et al*., 2006	Baía da Guanabara	5	755.149	2	19.340	2	18.840	-	-	-	-
Spencer *et al*., 2006	Estuário Medway	29	392	8	203	9	103	-	-	-	-
França *et al*., 2005	Estuário Tagus	168	427	65,2	199	27,6	89,1	1,7	5,9	-	-
Attril e Thomes, 1995	Estuário Thames	108	1.050	57,9	1.634	22,2	348	0,6	9,8	14,5	45
Birch e Taylor, 1999	Estuário Port Jackson	108	7.622	37,9	3.604	9,3	1.053	<LD	<LD	-	-
Ferreira *et al*., 1996	Costa do Macao	-	-	14,5	66,7	-	-	0,45	8,29	15,1	34,6
Du Laing *et al*., 2009	Estuário Scheldt	144	611	-	-	18,8	118	1,51	10,2	-	-

** = Laudo Técnico; LD = limite de detecção.*

Tabela 3. *Valores de* background *(µg g-1) e fatores de enriquecimento (FE) para as amostras de sedimento do infralitoral da Baía de Todos os Santos e seus tributários.*

	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg	Cr	Ni	Fonte
FE	0,01 - 7,1	0,01 - 41	0,1 – 23	0,07 - 426	0,01 - 42	0,01 - 7,4	0,6 - 108	0,1 - 2,23	0,04 -1,20	Tabela 3
Background	344 ± 105	16,4 ± 5,6	70,6 ± 1,5	0,03 ± 0,01	18,4 ± 8,0	5,0 a 17	≤ 17	42,4 ± 8,7	nd	CRA, 2004
Background	nd	23,0 ± 5,2	71,3 ± 8,8	0,08 ± 0,01	27,4 ± 8,8	nd	nd	106 ± 9,0	33,3 ± 2,8	Argollo, 2001

nd = não determinado.

Os maiores FEs de Cd foram observados no rio Subaé, tanto para o meso, como para o infralitoral (Anjos e Sanchez, 2001; CRA, 2004; Hatje *et al.*, 2006a).

Os FEs para o Pb também foram elevados nos solos coletados nos mangues e nas redondezas da antiga indústria Plumbum, no rio Subaé (Queiroz, 1992; Hatje *et al*., 2006a), no infralitoral da Baía de Itapagipe, no mesolitoral da Baía de Aratu e em um ponto nas adjacências de Mataripe (Freire Filho, 1979; CRA, 2004; Queiroz e Celino, 2008a).

Os maiores fatores de enriquecimento para Zn no infralitoral da BTS ocorreram na Baía de Itapagipe (CRA, 2004) e no rio Subaé (Hatje *et al.*, 2006a). Já o enriquecimento de Cu foi observado em várias regiões da BTS, refletindo a importância das fontes antrópicas difusas distribuídas ao redor de toda a baía (*e.g.* UFBA, 1996; Alves, 2002; CRA, 2004; Hatje *et al.*, 2006a; b ; Queiroz e Celino, 2008a). A concentração *background* de Mn para a BTS é relativamente elevada (CRA, 2004), devido,

provavelmente, à ocorrência de folhelhos naturalmente enriquecidos por Mn na região. Os maiores enriquecimentos de Mn foram observados nas Baías de Aratu e Iguape e na desembocadura do rio Subaé (UFBA, 1996; Mestrinho, 1998; Santos, 2002b; Hatje *et al.*, 2006a).

Os maiores teores e, consequentemente, os maiores FEs de As na BTS foram encontrados nos sedimentos da região do entorno de Mataripe, em alguns pontos da Baía de Aratu e na desembocadura do Subaé (UFBA, 1996; CRA, 2004). Alguns locais na desembocadura do Paraguaçu (CRA, 2004; Barros *et al.*, 2008) e no estuário do rio Jaguaripe também apresentaram valores elevados de enriquecimento de As (Hatje *et al.*, 2009), indicando que as fontes de As, bem como sua especiação química, precisam ser investigadas nestas regiões.

Os sedimentos mais enriquecidos em Hg na BTS concentraram-se, principalmente, no litoral da Baía de Itapagipe, onde a Companhia Química do Recôncavo operou durante 12 anos, às margens da baía, produzindo cloro e soda cáustica (CRA, 1996) e descarregando 900 kg ano^{-1} de Hg no ambiente (Wasserman e Queiroz, 2004).

Para sintetizar os dados de metais levantados nos sedimentos (**Tabela 2**), visualizar tendências na distribuição espacial dos mesmos e, principalmente, interpretar os dados, baseando-se em valores guia de qualidade de sedimento, foram construídos mapas de distribuição para Cd, Zn, Cu, As e Pb. Foram aplicados critérios de qualidade de sedimento para cada estação amostrada, em cada estudo considerado, utilizando-se critérios empíricos de qualidade de sedimento, embasados em grandes bancos de dados nos quais são estabelecidas relações de causa-efeito, i.e. valores de contaminantes que são associados a efeitos biológicos adversos (MacDonald *et al.*, 1996; Long *et al.*, 1995; NOAA, 1999).

Dentre os critérios de qualidade mais utilizados para os sedimentos marinhos destacam-se o TEL (*Threshold effect level*) e o PEL (*Probable effect level*) empregados neste capítulo. O TEL representa a concentração abaixo da qual a ocorrência de efeitos adversos é esperada que ocorra apenas raramente, enquanto o PEL representa a concentração acima da qual os efeitos adversos são freqüentemente esperados. Os valores numéricos para o TEL e o PEL são apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4. *Valores de TEL, PEL e AET, em µg g^{-1}, para metais e metalóides em sedimentos marinhos (NOAA, 1999).*

	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	As	Hg
TEL	-	18,7	124	0,676	30,2	7,2	0,13
PEL	-	108,2	271	4,21	112	41,6	0,70
AET*	260	390	410	3,0	400	35	410

**Valor acima do qual é sempre esperada a ocorrência de efeito adverso.*

Após a comparação das concentrações de metais com o TEL e o PEL, foi calculada a média ponderada do critério, para toda a malha da BTS, usando-se quadrículas com área de 1 km^2, e este valor foi utilizado para confeccionar os mapas, de modo a caracterizar o nível de qualidade ambiental da área estudada. Através destes mapas foi possível visualizar a distribuição espacial dos contaminantes e identificar os hot spots, ou seja, as áreas críticas em termos de contaminação e possíveis efeitos adversos para a biota. De acordo com os critérios adotados, para cada mapa de metal são mostradas três categorias de dados.

A primeira categoria inclui dados cujas concentrações estão abaixo do TEL e, portanto, não é esperada a ocorrência de efeitos adversos; a segunda é composta por dados cujas concentrações encontram-se entre os valores de TEL e PEL; e a terceira categoria contém dados cujos valores excedem os valores de PEL, sugerindo a toxicidade dos sedimentos para a biota.

Nas **Figuras 4-8**, como exemplos, pode ser observado um mosaico de *hot spots* na BTS, decorrentes da multiplicidade de fontes antrópicas de metais para a região. Para Cd (**Figura 4**), por exemplo, além da região do estuário do rio Subaé, importante fonte de Cd para a BTS, como já discutido, áreas com teores acima do TEL também foram observadas nas Baías de Aratu e Itapagipe, bem como em alguns pontos da área contígua a Mataripe. Nestas regiões, as indústrias de produtos químicos orgânicos e metálicos, as atividades petrolíferas e os esgotos domésticos contribuem para os elevados teores de Cd.

A maioria das regiões analisadas para Zn, por sua vez, apresentou teores abaixo do TEL (**Figura 5**). Assim, não é esperada a ocorrência de efeitos adversos decorrentes, isoladamente, deste elemento, na maior parte dos sítios avaliados. A exceção foram alguns pontos nas proximidades do Terminal de São Roque, onde a Petrobras faz manutenção em plataformas, e também na Baía de Iguape e no rio Subaé. Cabe ressaltar que a abordagem deste estudo utilizou valores médios para áreas de 1 km^2, o que naturalmente é eficiente para visualizar tendências, mas, de certa forma, dilui picos isolados de concentração, pois trabalha com médias, podendo, ainda, mascarar sítios com concentração muito elevada. Por exemplo, Freire Filho (1979) e CRA (2004) relataram valores de Zn acima do TEL na Baía de Aratu. Valores elevados, inclusive acima do PEL, também foram observados na Baía de Itapagipe (*e.g.* CRA, 2004). As fontes principais de Zn, bem como de Cd, para a baía e o Porto de Aratu são as indústrias de produtos químicos orgânicos e de metais primários, as atividades petrolíferas e o esgotamento doméstico, especialmente em Itapagipe.

A contaminação em escala regional, como o caso do Cu (**Figura 6**), resulta de fontes difusas deste elemento para a BTS. O esgotamento doméstico, fonte reconhecida de Cu, é lançado *in natura* em diversas regiões do entorno da baía, bem como nas ilhas, e é certamente um importante vetor de aporte de Cu em toda

Figura 4. *Distribuição média de Cd nos sedimentos da BTS, de acordo com os valores de TEL e PEL.*

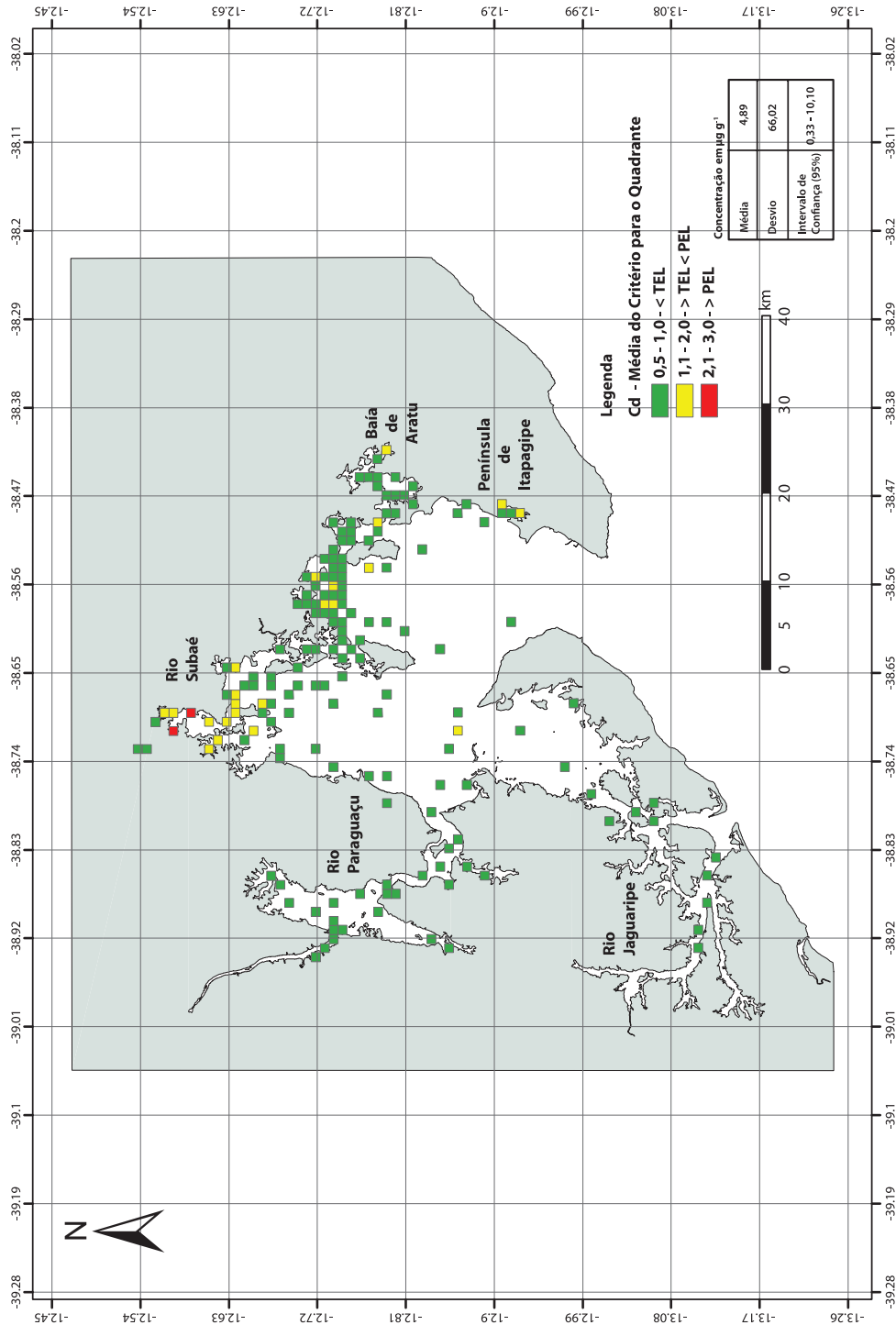
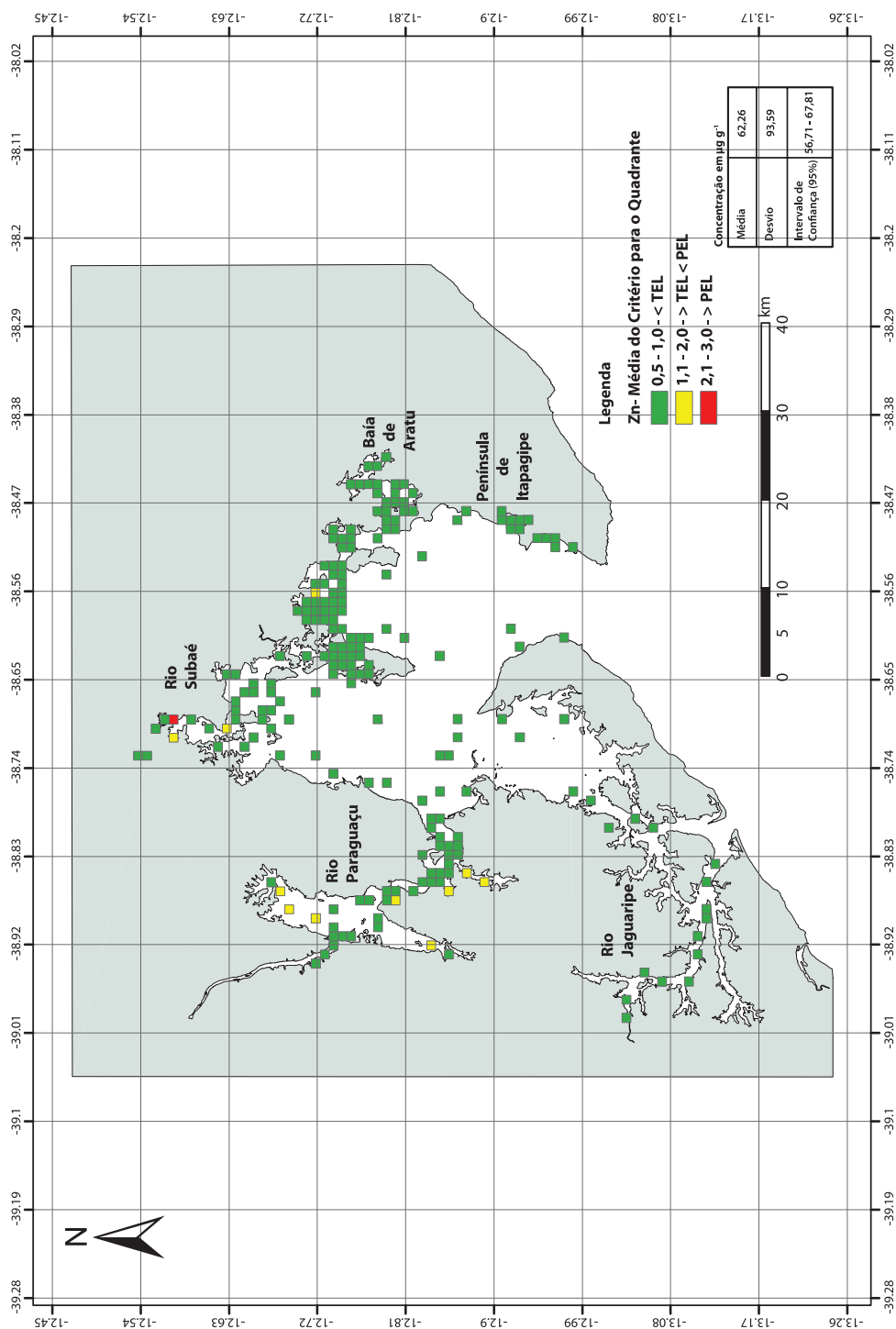
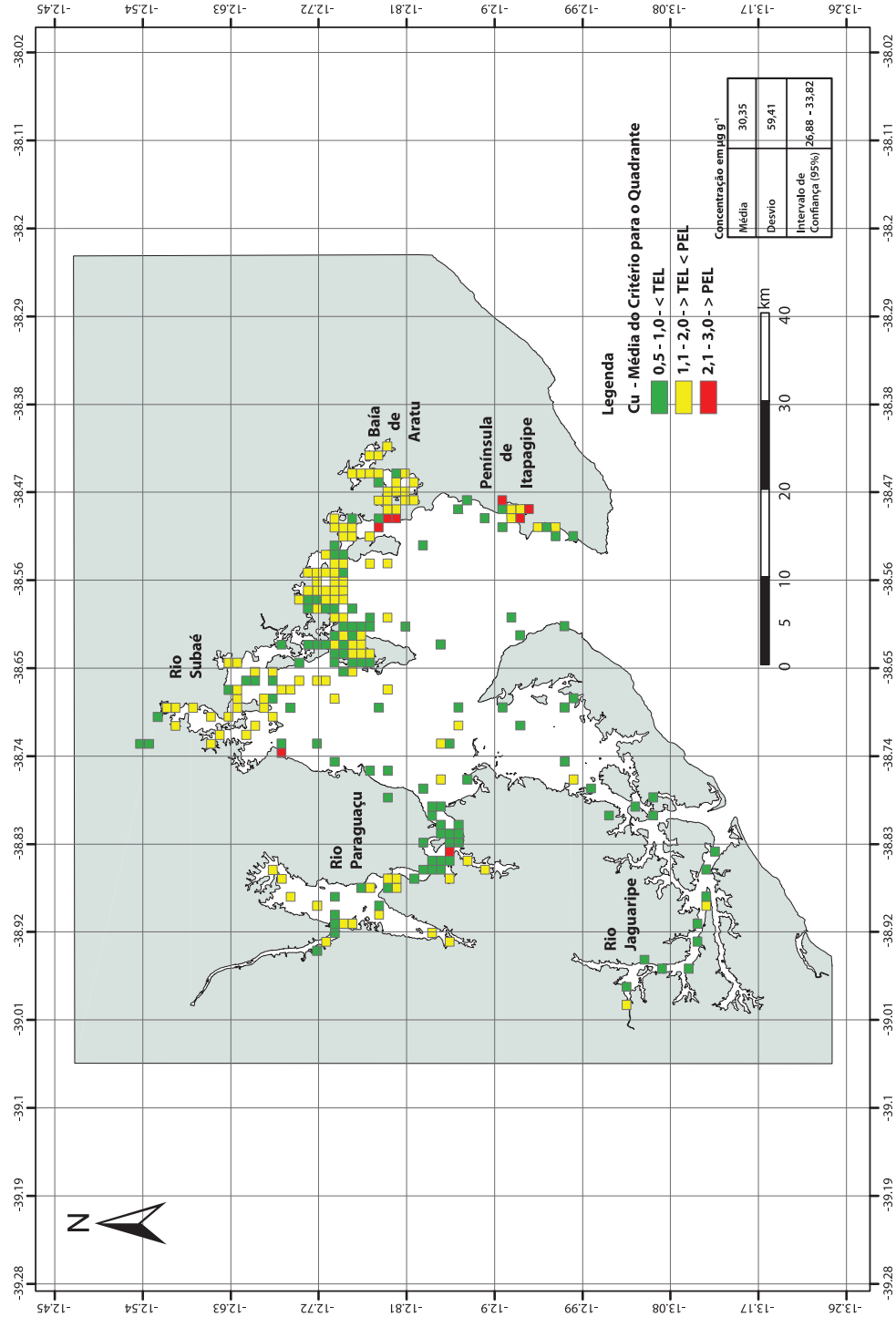



Figura 5.
Distribuição média de Zn nos sedimentos da BTS, de acordo com os valores de TEL e PEL.

Figura 6.
Distribuição média de Cu nos sedimentos da BTS, de acordo com os valores de TEL e PEL.

a BTS. Assim, resultando em concentrações acima do TEL e, portanto, passível de toxicidade para a biota de muitas áreas

Vale ressaltar que sedimentos do Porto de Aratu, da Baía de Itapagipe e adjacências do Terminal de São Roque no estuário do Paraguaçu apresentaram teores bastante elevados, inclusive acima do PEL, sugerindo a possibilidade de ocorrência frequente de efeitos tóxicos na biota. As principais fontes são as indústrias de refino de petróleo, de produtos químicos orgânicos e inorgânicos e de metais primários, localizadas na Baía de Aratu, indústrias de acabamento de produtos metálicos e, principalmente, portos e terminais onde o minério de cobre é transportado (CRA, 2004). Um lixão/aterro funcionou até meados da década de 70 em Itapagipe, contribuindo com Cu, Zn e outros elementos presentes em testemunhos sedimentares coletados nesta região (CRA, 2004).

Pode-se observar, na **Figura 7**, que concentrações elevadas de As foram encontradas em toda a BTS, sendo que teores acima do PEL foram encontrados na foz do rio Subaé, oriundos do passivo ambiental da Plumbum, no Porto de Aratu e em Itapagipe, sugerindo a toxicidade potencial destes sedimentos para a biota. Concentrações relativamente elevadas de As no rio Jaguaribe não eram esperadas, visto que a bacia de drenagem é relativamente bem preservada e apresenta pouca atividade antrópica.

O aporte litogênico, defensivos agrícolas, rações utilizadas na carcinicultura e produtos químicos utilizados para proteger embarcações de madeira, amplamente utilizadas na BTS e construídas na região, são fontes potenciais de As e precisarão ser avaliadas em estudos futuros. A ampla dispersão de As na BTS também sugere que o transporte atmosférico tenha papel fundamental na distribuição espacial deste elemento. As concentrações de As acima do TEL na região contígua a Mataripe sugere as atividades de refino de petróleo como fontes de As, bem como atividades industriais e tráfego naval na baía e Porto de Aratu, respectivamente (CRA, 2004).

A distribuição de Pb, de acordo com os critérios de PEL e TEL (**Figura 8**), mostrou que a contaminação por este elemento está amplamente distribuída na baía, com exceção do estuário do rio Jaguaripe e grande parte do rio Paraguaçu. A contaminação por Pb na BTS foi previamente relatada por Freire Filho (1979), UFBA (1996), CRA (1997; 1998; 2004), Alves (2002) e Queiroz e Celino (2008a). As áreas mais críticas, com concentrações acima do PEL, foram observadas no rio Subaé e na região adjacente a sua desembocadura, na Baía de Itapagipe e na baía e Porto de Aratu.

Enquanto o rio Subaé é uma importante via de transporte de Pb para a BTS, atividades industriais, como o caso da indústria têxtil em Tanheiros e cuja produção no início do século foi a mais importante do país (CRA, 2004), o CIA e o transporte marítimo também contribuem com aportes de Pb para a baía. A maior parte dos

Figura 7.
Distribuição média de As nos sedimentos da BTS, de acordo com os valores de TEL e PEL.

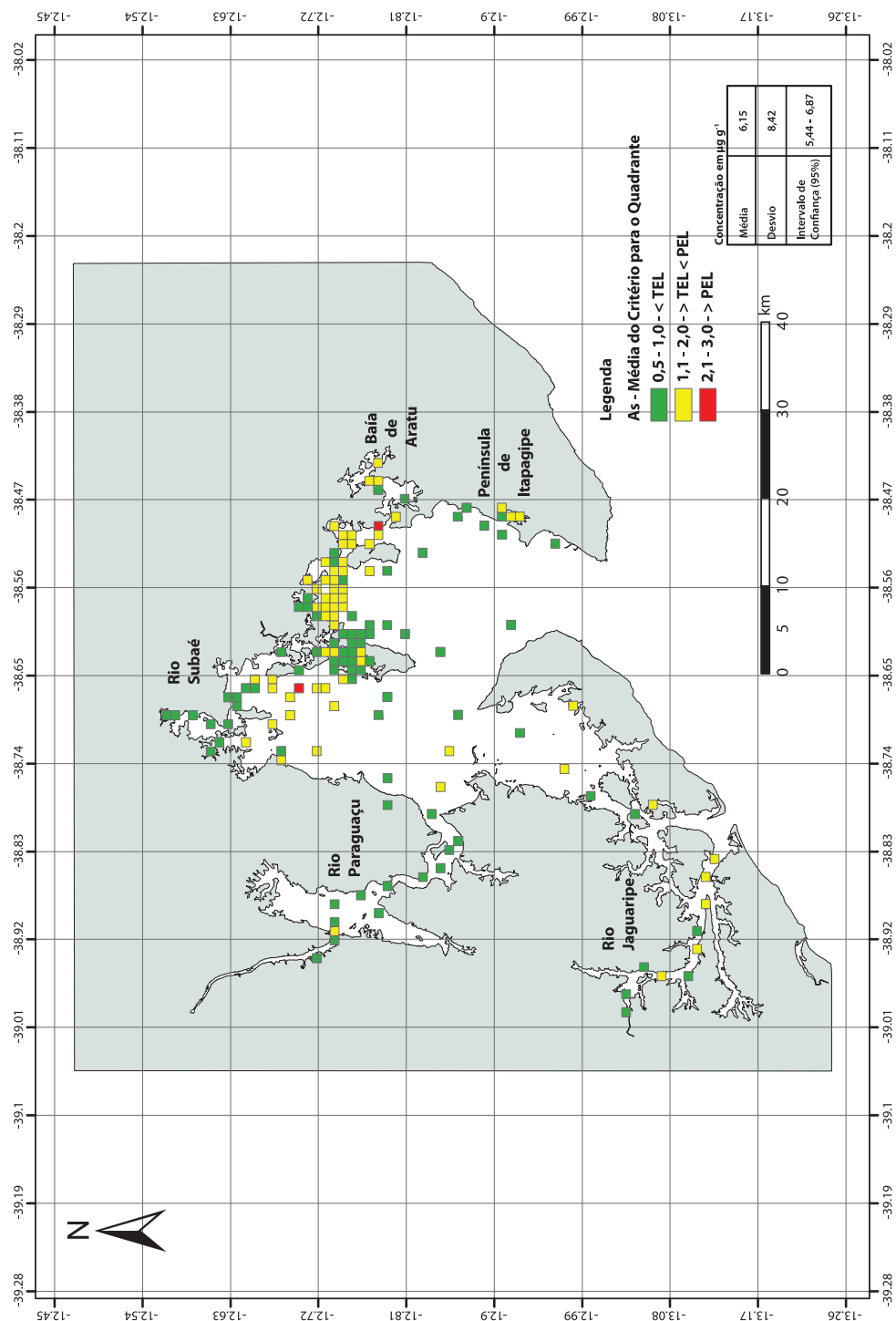
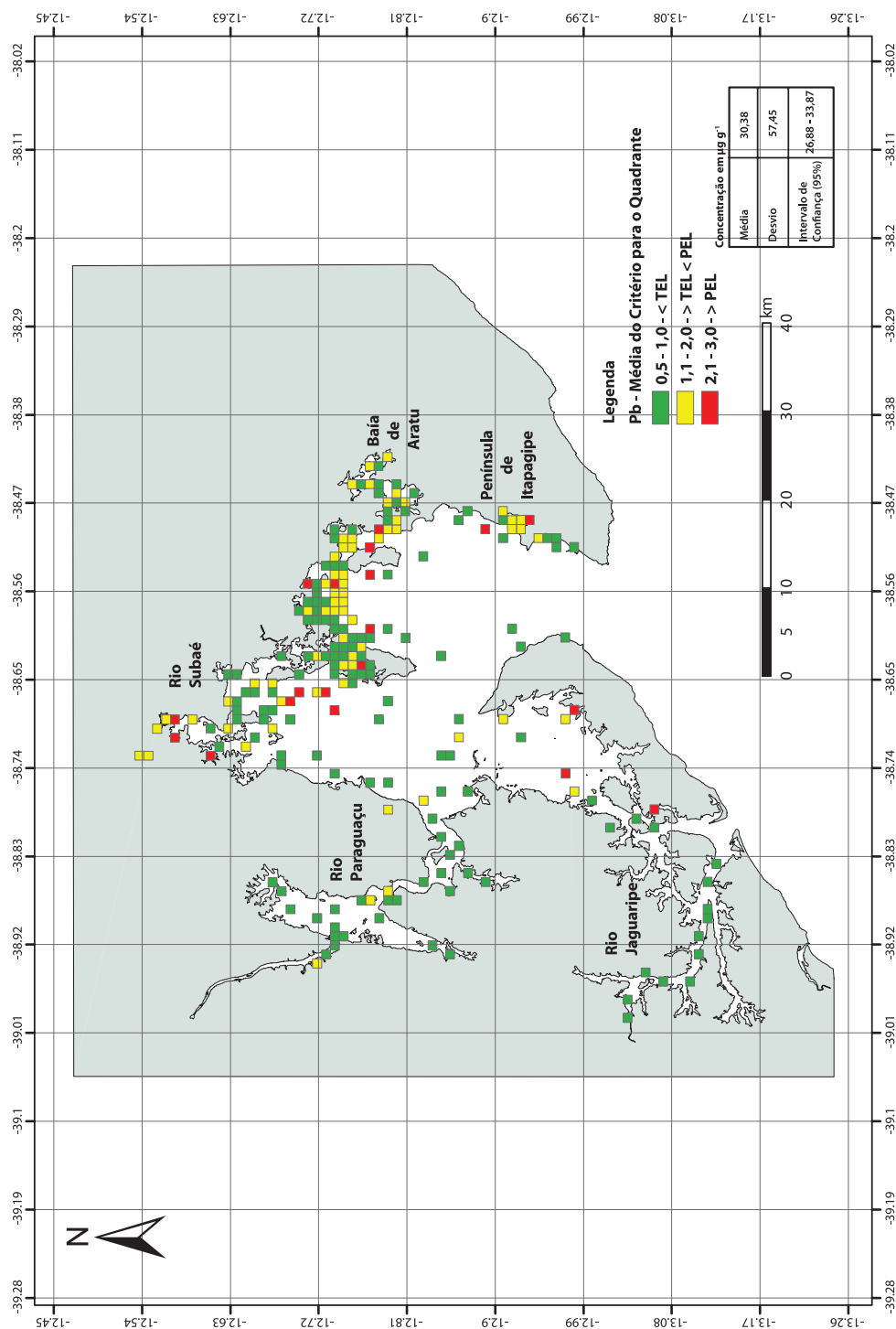



Figura 8.
Distribuição média de Pb nos sedimentos da BTS, de acordo com os valores de TEL e PEL.

fluxos de Pb para o sedimento, estudados através de análises de testemunhos, é inferior a 120 mg m^{-2} ano^{-1}, sugerindo que a homogeneidade dos fluxos na BTS reflete a importância do aporte atmosférico deste elemento, relacionado à queima de combustíveis fósseis (CRA, 2004).

Para as regiões que não apresentaram teores de metais acima dos critérios TEL e PEL, pode-se afirmar que a possibilidade dos sedimentos exercerem toxicidade na biota é baixa. No entanto, para a precisa determinação da toxicidade dos sedimentos é necessário que linhas de múltipla evidência sejam empregadas, as quais deverão incluir ensaios toxicológicos, análise da estrutura das comunidades bentônicas, biomonitores e/ou experimentos manipulativos de campo.

Embora a definição da toxicidade através dos valores orientadores não seja inequívoca, mostraram-se mais preocupantes os casos em que as concentrações de metais excederam os valores de AET, i.e. o valor acima do qual é sempre esperada a ocorrência de respostas biológicas adversas devido à exposição ao contaminante. Este é o caso de Cu em Caboto e Aratu; Cd e Zn no Subaé; e As em Salinas da Margarida, Itapagipe e Aratu (CRA, 2004).

Comparando-se as concentrações de metais, reportadas para os sedimentos da BTS, a outros estuários e baías costeiras (**Tabela 2**), pode-se constatar que em estuários com conhecido histórico de contaminação, como, por exemplo, a Baía da Guanabara, no Brasil, os estuários europeus, Scheldt e Thames, e o Port Jackson na Austrália, os teores de metais destes ambientes apresentam concentrações bem mais elevadas do que aquelas observadas na BTS.

Com base nos dados acima apresentados é possível concluir que, isoladamente, as análises químicas de contaminantes nos sedimentos não podem definir de maneira robusta e inequívoca os possíveis riscos ecológicos associados à contaminação. Para reduzir incertezas sobre a biodisponibilidade de metais nos sedimentos e auxiliar na avaliação de riscos, informações sobre a acumulação de metais nos componentes bióticos são de grande relevância.

Biota

O consumo de pescados, especialmente de invertebrados, é a principal fonte de proteína animal para as comunidades ribeirinhas da BTS. As atividades de coleta de mariscos e a pesca artesanal são uma importante fonte de renda para mais de 5000 famílias que habitam o Recôncavo. Visto a importância de algumas espécies biológicas para a região, vários estudos foram realizados na BTS para a determinação de metais nesta matriz.

Alguns organismos que acumulam metais nos seus tecidos podem ser utilizados como biomonitores. Os teores de metais em organismos biomonitores são geralmente elevados e relativamente fáceis de serem medidos, sem risco significativo de contaminação, durante a manipulação laboratorial.

O total de metal acumulado em um organismo representa todo o metal sorvido e/ou removido pelo organismo, por todas as rotas, integrado no tempo (Rainbow, 1993). Visto que a acumulação dos metais em um biomonitor é uma medida integrada da biodisponibilidade de metais para o organismo, o uso de biomonitores é um importante complemento dos dados de sedimento e água. Entretanto, para que as respostas dos biomonitores apresentem conclusões de caráter generalista sobre o grau, fonte (i.e. solução, material em suspensão, sedimentos depositados), e extensão da contaminação é importante utilizar mais de um organismo que seja amplamente distribuído na área de estudo (Luoma e Rainbow, 2008).

Os bivalves têm sido amplamente utilizados em programas de biomonitoramento (*e.g.* Cantillo, 1998; Chiffoleau *et al.*, 2005; Lauenstein *et al.*, 1990). Estão relativamente bem estabelecidos na literatura os teores que representam alta ou baixa acumulação de metais em espécies de mariscos e de ostras (Cantillo, 1998; Luoma e Rainbow, 2008). No caso da BTS, os organismos mais utilizados nos estudos de metais foram os bivalves (*Anomalocardia brasiliana* – Chumbinho/Papa-fumo, *Crassostrea rhizophorae* – ostra, *Macoma constricta* – pé-de-galinha; *Mytella guianensis* – sururu; *Brachidontes exustus* – sururu de pedra; *Lucina pectinata* – lambreta). Embora a maior parte dos estudos desenvolvidos na BTS tenha empregado organismos bivalves, alguns trabalhos recentes têm utilizado outras espécies da biota, como peixes e amostras de flora de manguezal (CRA, 2004; CRA, 2005; Freitas *et al.*, 2002; Leão, 2004; Garcia, 2005; Garcia *et al.*, 2008).

Na **Tabela 5** encontra-se um resumo dos principais estudos que determinaram metais em bivalves coletados na BTS. Comparando-se os teores de metais nas diversas matrizes biológicas, pode-se observar que os organismos respondem de maneira diversa à biodisponibilidade de metais nos sedimentos, em parte devido à ecologia de cada espécie (*e.g.* forma de alimentação, taxa de crescimento, eficiência de assimilação e eliminação de metais).

Para a avaliação do nível de contaminação da biota por metais, as concentrações dos diversos estudos foram comparadas aos critérios da legislação brasileira, que utiliza dois instrumentos para estabelecer limites de tolerância máxima de contaminantes inorgânicos em alimentos (**Tabela 6**), i.e. o Decreto n° 55.871, de 26 de março de 1965, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), e a Portaria n° 685, de 27 de agosto de 1998 (ANVISA). A **Tabela 6** também registra o limite de Mn preconizado pela USEPA (1986) e os valores de As, Cd, Cu, Pb, Zn e Hg sugeridos pelo NOAA, através do Programa *Mussel Watch*, que há mais de 20 anos monitora a concentração de metais e outros contaminantes em moluscos e ostras presentes na região costeira dos Estados Unidos.

Tabela 5. *Concentração mínima e máxima de metais (μg g-1, peso seco) em tecidos de organismos biomonitores coletados na Baía de Todos os Santos, BA.*

	As (μg g-1)		Cd (μg g-1)		Cu (μg g-1)		Pb (μg g-1)		Zn (μg g-1)		Fonte
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	
Anomalocardia brasiliana	2,06	4,3	0,86	4,11	3,25	26,4	1,36	71,8	-	-	UFBA, 1996
	-	-	0,99	8,15	8,9	24,6	0,14	2,07	60,5	66,9	Gonçalves, 2006
	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	Toledo *et al*., 1983
	-	-	2,71	8,29	225	526	4,5	6,6	1.890	4.733	Amado Filho *et al*., 2008
	6,6	16,2	>LD	1,81	2,77	8,80	-	-	45,6	64,4	Hatje *et al*., em preparação
Crassostrea rhizophorae	-	-	3,9	8,11	31,8	100	0,25	0,99	1.141	1.863	Gonçalves, 2006
	-	-	2,95	4,13	1150	1984	0,49	0,69	2.231	3.781	Wallner-Kersanach *et al*., 2000
	2,92	14,3	0,28	1,23	12,8	222	-	-	983	2.998	Hatje *et al*., em preparação
Macoma constricta	2,9	11,7	0,012	0,33	1,8	116	0,35	3,7	3,4	165	CRA, 2004
	-	-	0,18	1,22	9,86	123	5,3	25,2	-	-	UFBA, 1996
	-	-	0,01	0,98	16,9	194	0,228	4,68	43,3	61,7	Gonçalves, 2006
Mytella guianensis	-	-	0,1	0,97	13,9	68,1	0,477	3,75	49,9	78,5	Gonçalves, 2006
	4,27	13,6	0,42	0,77	7,16	56,4	-	-	50,3	214	Hatje *et al*., em preparação

Tabela 6. *Limites de tolerância máxima de metais e metalóides em alimentos (μg g-1).*

Elemento	Decreto 55.871	Portaria 685 (peixe e produto de pesca)	NOAA	USEPA*
As	1 (alimentos)	1	17	
Cd	1 (alimentos)	1	6,2	
Cu	30 (alimentos)	-	12 (moluscos) / 370 (ostras)	
Mn	-		-	54
Pb	2 (pescados)	2	4,8 (moluscos) / 0,84 (ostras)	
Zn	50 (alimentos)	-	200 (moluscos) / 5.100 (ostras)	
Hg	0,5 (peixes, crustáceos e moluscos)	0,5	0,23	

**Critério adotado pela CETESB, em peso úmido.*

Ocorreu violação da legislação para todo o conjunto de metais avaliados. Em ordem decrescente, os metais com maior número de violações da legislação brasileira e/ou NOAA foram Cu > Zn > Pb > Cd > As > Hg. Para os bivalves, a contaminação foi principalmente decorrente de Cu, Zn e Cd, já para os peixes destacaram-se as elevadas concentrações de As e Hg. Um estudo recente que avaliou os teores dos metais em peixes relatou que oito das doze localidades amostradas apresentaram amostras de peixes com teores de Hg acima do permitido pela legislação (CRA, 2005). As espécies estudadas foram a tainha, a arraia, o coró, a sardinha e o linguado.

O rio Subaé e a área adjacente a sua desembocadura na BTS, a Baía de Aratu e sua região portuária, bem como as áreas próximas a Mataripe e Caboto, são os locais mais críticos em termos de contaminação da biota. Dentre as espécies que apresentaram o maior número de violações estão a arraia, o coró, e os moluscos pé-de-galinha, ostra e chumbinho. A ostra e o pé-de-galinha foram as espécies que mais apresentaram bioacumulação de metais. Devido às características do pé-de-galinha, isto é, a sua capacidade de bioacumulação de contaminantes e sua ampla distribuição na BTS, este organismo foi sugerido como uma das espécies que deveria ser testada como biomonitora para contaminação na BTS (Peso-Aguiar e Verani, 1998).

Nesse sentido, em estudo recente (CRA, 2004) foram coletadas amostras de sedimento e pé-de-galinha em regiões contaminadas e uma área considerada como referência. Os fatores de bioacumulação de metais para pé-de-galinha, calculados através da razão da concentração do metal na biota/concentração do metal no sedimento, foram baixos (i.e. de 0,1 a 400 para Fe em Acupe e Cu em Saubara, respectivamente), se comparados àqueles registrados na literatura para *Perna perna* e ostras, que chegam até 10^3 e 10^4, respectivamente. Também não foi observada correlação entre as variações das concentrações nos sedimentos e na biota. Nesse estudo, (CRA, 2004), o pé-de-galinha não apresentou as características apropriadas para que fosse usado como organismo biomonitor.

Em virtude dos elevados teores de metais observados em amostras biológicas da BTS (CRA, 2004), foi realizada uma análise preliminar de risco, não carcinogênico e carcinogênico, associado ao consumo do pescado pelas comunidades do entorno da BTS (CRA, 2005). Esta avaliação considerou os resultados de análises químicas de moluscos e crustáceos coletados no verão e inverno de 2003 e de peixes no verão de 2004, bem como dados secundários. O estudo foi baseado em pressupostos conservativos, simulando cenários críticos, assumindo a via oral como a principal forma de exposição para as populações adulta e infantil, e seguindo o princípio da precaução: proteger a população mais exposta a qualquer risco potencial.

Os resultados revelaram que os crustáceos apresentaram os menores riscos ao consumo, seguidos dos bivalves e dos peixes. O grupo dos bivalves foi o que

apresentou risco relevante para um maior número de contaminantes. Vale ressaltar que o risco ao consumo de bivalves foi alto para alguns metais (Cu, Fe, Cr, Pb e Hg), em virtude dos teores elevados encontrados para pé-de-galinha, espécie que não é frequentemente consumida na região da BTS.

Hidrocarbonetos

Comparativamente aos estudos envolvendo espécies metálicas, a quantidade de trabalhos que determinaram hidrocarbonetos nos diversos compartimentos abióticos e bióticos da BTS é reduzida. A maior parte dos estudos realizados foca a porção norte da baía, principalmente na área sob influência da refinaria RLAM, em Mataripe, e não apresenta uma distribuição espacial homogênea, no que se refere à amostragem.

Desde 1988 (Tavares *et al.*, 1988) existe o registro de informações sobre a concentração de espécies orgânicas com potencial impacto na Baía de Todos os Santos.

Recentemente, outros programas de monitoramento que contemplaram análises de hidrocarbonetos foram realizados em áreas adjacentes à Mataripe, como, por exemplo, os Projetos DAMARLAM (PETROBRAS/FUNDESPA, 2003) e PROMARLAM (PETROBRAS/FUSP, 2005), cujos dados são de circulação restrita; o Projeto Diagnóstico da Concentração de Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo nos Sedimentos e Biota da Baía de Todos os Santos (CRA, 2004), que fez uma cobertura ampla da área da BTS; e um conjunto de trabalhos com abrangência local (*e.g.* Porte *et al.*, 1990; Venturini, *et al.*, 2004; 2008; Celino e Queiroz, 2006; Evangelista *et al.*, 2005; Silva, 2006).

De forma idêntica aos metais, os sedimentos foram a matriz mais utilizada em estudos sobre hidrocarbonetos na BTS. Existe um número significativamente maior de amostras coletadas no mesolitoral, quando comparadas às coletadas no infralitoral. A quantidade de estudos que determinaram contaminantes na água, nos organismos, no material particulado em suspensão e no material particulado atmosférico é reduzida.

Material particulado em suspensão e sedimentos

O estudo realizado pelo CRA (2004) foi o mais abrangente e proporcionou uma visão geral dos níveis de hidrocarbonetos em toda a BTS. Segundo este estudo, apesar das diversas atividades potencialmente geradoras de hidrocarbonetos de petróleo e pirolíticos existentes na BTS, os resultados indicaram que não são esperados efeitos deletérios devido aos níveis de hidrocarbonetos presentes nos sedimentos. No entanto, algumas ressalvas devem ser feitas, por exemplo, existem evidências científicas da toxicidade e da ação carcinogênica de HPAs alquilados

(Vondrácek *et al.,* 2007*;* Baird *et al.,* 2007), apesar de ainda não se dispor na literatura de níveis máximos recomendados.

No estudo CRA (2004), o processo de coleta ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2003, foi feita uma avaliação global da BTS, voltada à identificação de áreas críticas à contaminação. A segunda etapa foi focada nas áreas críticas identificadas. Foram feitas coletas no infra e mesolitoral totalizando aproximadamente 40 pontos. Os sedimentos das áreas leste e norte da baía, correspondente à área adjacente a Mataripe e ao Porto de Aratu, apresentaram-se mais contaminados em relação aos hidrocarbonetos.

Em Aratu ressalta-se a influência de atividades portuárias e em Mataripe a indústria petrolífera. Os valores de HPAs totais variaram de abaixo do limite de detecção a 2.226 ng g^{-1}(CRA, 2004). Em ambientes com introdução crônica de HPAs, foram observados valores de até 68.130 ng g^{-1} no Estuário de Santos (Bícego *et al.*, 2006) ou 90.444 ng g^{-1} na Baía de Montevidéu (Munis *et al.*, 2004).

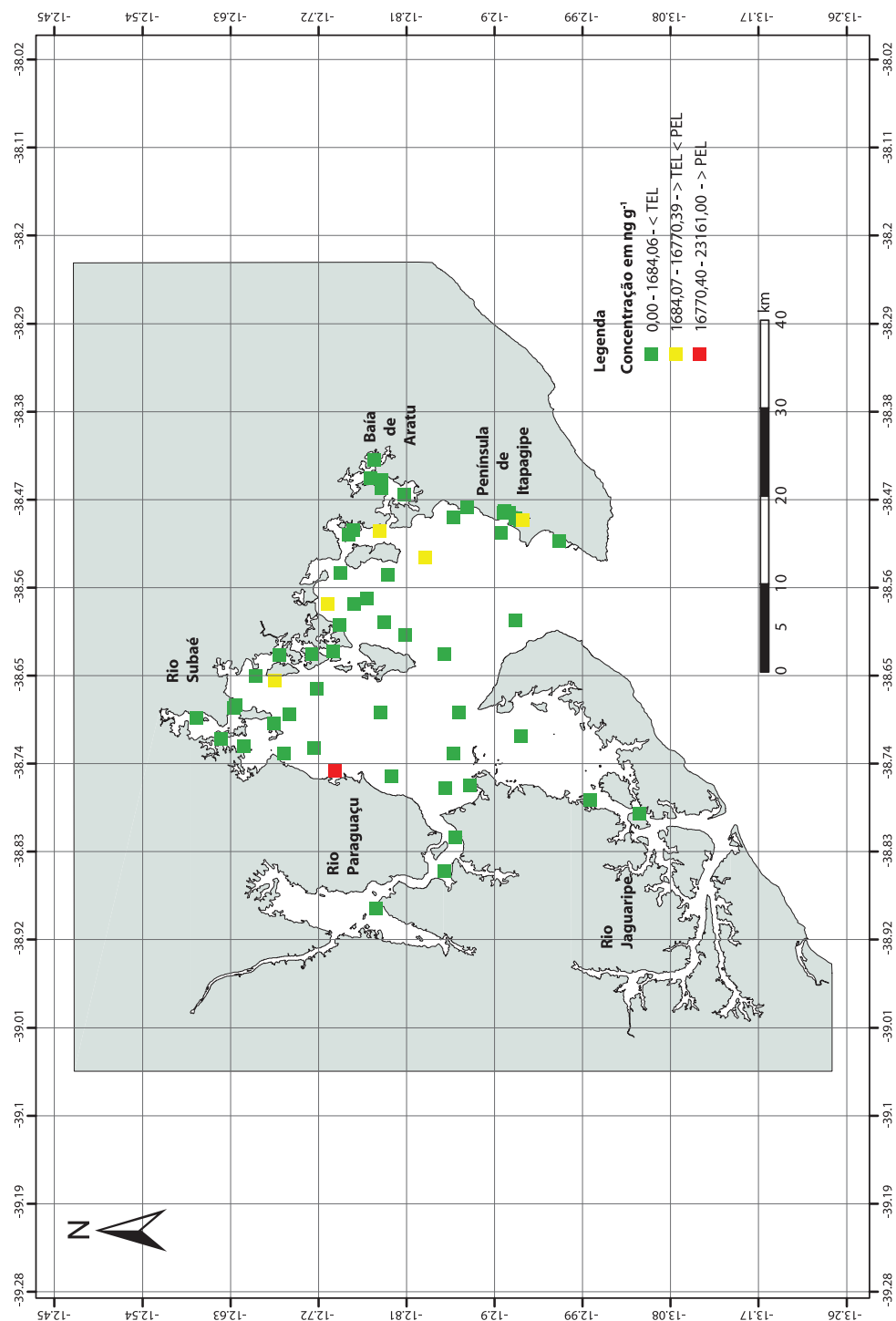
Assim como para os metais, na avaliação da qualidade dos sedimentos, foram utilizados os valores guias PEL e TEL (NOAA, 1999). Para os HPAs totais, esses valores de referência são: TEL = 1.684,06 ng g^{-1} e PEL = 16.770,4 ng g^{-1}.

Algumas áreas do infralitoral da BTS apresentaram concentrações relativamente altas de HPAs (*e.g.* concentrações acima do TEL em Itapagipe, em Aratu, em Mataripe e na foz do Subaé), que podem oferecer algum risco à biota (CRA, 2004). Sedimentos do mesolitoral de Pati, São Francisco do Conde, Salinas da Margarida apresentaram concentrações relativamente altas e, em Saubara, o valor de concentração obtido esteve acima de PEL. A **Figura 9** apresenta os pontos de coleta e a distribuição dos critérios de avaliação de qualidade dos sedimentos obtidos para este trabalho.

A identificação das fontes de HPAs em sedimentos pode ser complexa, pois esse compartimento recebe inúmeros compostos orgânicos provenientes das mais diversas fontes, antrópicas ou naturais (Yunker, *et al.*, 2002). Estudo recente (CRA, 2004) demonstrou que os produtos pirolíticos são mais amplamente dispersos nos sedimentos da BTS do que os compostos de origem petrogênica, os quais sedimentam, preferencialmente, nas proximidades de suas fontes.

A região no interior da Baía de Aratu, a região oeste da BTS e as áreas mais afastadas das fontes ou onde a circulação de águas é mais eficaz estão menos sujeitas à introdução/acumulação de produtos petrogênicos. A única área onde os índices mostraram uma contribuição petrogênica substancial foi em Mataripe, no ponto mais próximo à refinaria. Neste, foi observado que as concentrações de HPAs diminuíram acentuadamente em direção ao centro da baía, o que indica a RLAM como provável fonte destes compostos para a região.

Um dos métodos utilizados para se diferenciar os hidrocarbonetos do petróleo dos hidrocarbonetos biogênicos é o Índice de Preferência de Carbonos (IPC).

Figura 9. *Distribuição dos critérios de avaliação de qualidade dos sedimentos, baseado nos valores de HPAs, para cada ponto de coleta do diagnóstico do CRA (2004).*

Valores de IPC próximos a 1 indicam a presença de hidrocarbonetos do petróleo e valores maiores indicam a predominância de hidrocarbonetos biogênicos (Mille *et al.*, 1992; Moyano *et al.*, 1993).

Nos estudos em que foram avaliados os n-alcanos individuais, observou-se que, de um modo geral, a BTS recebe uma grande influência de hidrocarbonetos de origem biogênica. No estudo realizado pelo CRA (2004), o valor médio observado foi de 2,33 e foram poucas as exceções em que o IPC apresentou valores próximos a 1.

Um dos indicadores mais importantes da presença de hidrocarbonetos do petróleo em sedimentos é a elevação na linha de base do cromatograma, nas análises por cromatografia em fase gasosa, à qual é atribuída o nome de Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR) (Farrington *et al.*, 1977; NRC, 1985). A MCNR é caracterizada por uma mistura de compostos ramificados e cíclicos presentes no petróleo e que não podem ser separados por cromatografia em fase gasosa. Enquanto os compostos com estruturas mais simples degradam-se mais facilmente, essa mistura é resistente à degradação e tende a acumular-se nos sedimentos (Volkman *et al.*, 1992; NRC, 1985). Vale ressaltar que existem fontes naturais associadas a essas misturas, embora pouco comuns (Cox *et al.*, 1982).

Na BTS foram observadas concentrações de MCNR com valores abaixo do limite de detecção até concentrações da ordem de 564 ng g^{-1} (CRA, 2004). O maior valor foi verificado na área sob influência da refinaria, localizada em Mataripe. No entanto, diversas outras estações, como já apresentado, tiveram concentrações superiores a 100 µg g^{-1}. Em ambientes com introdução crônica de HPAs (**Tabela 7**) foram observados valores de até 2.015 µg g^{-1} no Estuário de Santos (Bícego *et al.*, 2006) ou 1.760 µg g^{-1} na Baía de Hong Kong (Zheng e Richardson,1999).

A partir da avaliação de testemunhos sedimentares (CRA, 2004), verificou-se que, há algumas décadas, nas regiões de exploração de petróleo, a contaminação era mais expressiva, tendo ocorrido uma melhoria nos períodos mais recentes. Entretanto, observou-se uma tendência de aumento das concentrações e fluxos de HPAs na região do Caboto, foz do rio São Paulo, Madre de Deus e Ilha das Fontes. A contaminação petrogênica recente mais significativa foi detectada nas regiões de Itapagipe, foz do Subaé e Mataripe. Nestas regiões, os níveis encontrados podem indicar risco de toxicidade à biota.

O norte da BTS está contaminado por petróleo, principalmente na área adjacente à refinaria, em Mataripe (UFBA, 1996). No entanto, além da refinaria, existem outras fontes minoritárias próximo ao rio Dom João, da Ilha Maria Guarda (TEMADRE), do Porto de Aratu e do rio Subaé. As áreas do canal de Itaparica, que foram usadas como referência nesse trabalho, encontravam-se com níveis relativamente elevados de n-alcanos e HPAs.

As concentrações de HPAs variaram de abaixo do limite de detecção a concentrações da ordem de 151.960 ng g^{-1} de equivalentes em criseno. Como as metodologias são muito diferentes, os dados não podem ser comparados, entretanto, é possível observar que a distribuição espacial aponta para um enriquecimento de HPAs ao norte da BTS para as áreas localizadas no rio Dom João, área de influência da refinaria e estuário do rio Subaé.

Estudo realizado com 28 amostras de sedimentos coletados na porção nordeste da BTS, em Mataripe, na área sob influência da RLAM (Venturini *et al.*, 2004; 2008), revelaram concentrações de hidrocarbonetos alifáticos totais que variaram entre 1,56 e 247 µg g^{-1} de sedimento seco. A MNCR variou de abaixo do limite de detecção a 189 µg g^{-1}, e apenas três amostras não apresentaram esta feição. A MNCR representou entre 60 e 90% dos hidrocarbonetos alifáticos totais, indicando um alto grau de contribuição antrópica e a presença de resíduos de petróleo degradado.

As concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais (Venturini *et al.*, 2004; 2008), variaram de 8 a 4.163 ng g^{-1}, e a maior concentração foi registrada na estação situada na área adjacente à refinaria de petróleo. Três pontos apresentaram valores de concentrações em sedimentos acima do TEL. Esses locais correspondem à área que fica mais próxima à saída do efluente da refinaria e a uma área de deposição no centro da baía, com predominância de sedimentos pelíticos. As concentrações foram similares àquelas observadas em regiões de grande influência urbana e industrial (Kim *et al.*, 1999; Soclo *et al.*, 2000; Muniz *et al.*, 2004).

Segundo Venturini e colaboradores, pelos índices usados para determinar a origem dos HPAs, a contribuição é uma mistura de compostos petrogênicos e pirolíticos, principalmente derivados da queima de combustíveis fósseis. Esses dados de hidrocarbonetos, associados a outros da comunidade bentônica, demonstraram que a região central e o setor leste da área de estudo são zonas que apresentam um empobrecimento da fauna bentônica decorrente, principalmente, das maiores concentrações de hidrocarbonetos de origem petrogênica e pirogênica. A **Figura 10** apresenta os pontos de coleta e a distribuição dos critérios de avaliação de qualidade dos sedimentos para o trabalho realizado por Venturini *et al.* (2004), na área de Mataripe.

Durante o diagnóstico realizado pelo CRA (2004), foram realizadas coletas de material em suspensão em cinco tributários da BTS (São Paulo, Mataripe, Dom João, Subaé e no canal de São Roque do Paraguaçu). Foram observadas concentrações mais altas nos rios Paraguaçu e Mataripe, enquanto o rio Subaé apresentou as menores concentrações. Os índices aplicados sugeriram a predominância de HPAs de origem petrogênica, principalmente nos rios Dom João e Mataripe. Estas estações de amostragem situam-se próximo à área de atividades de exploração

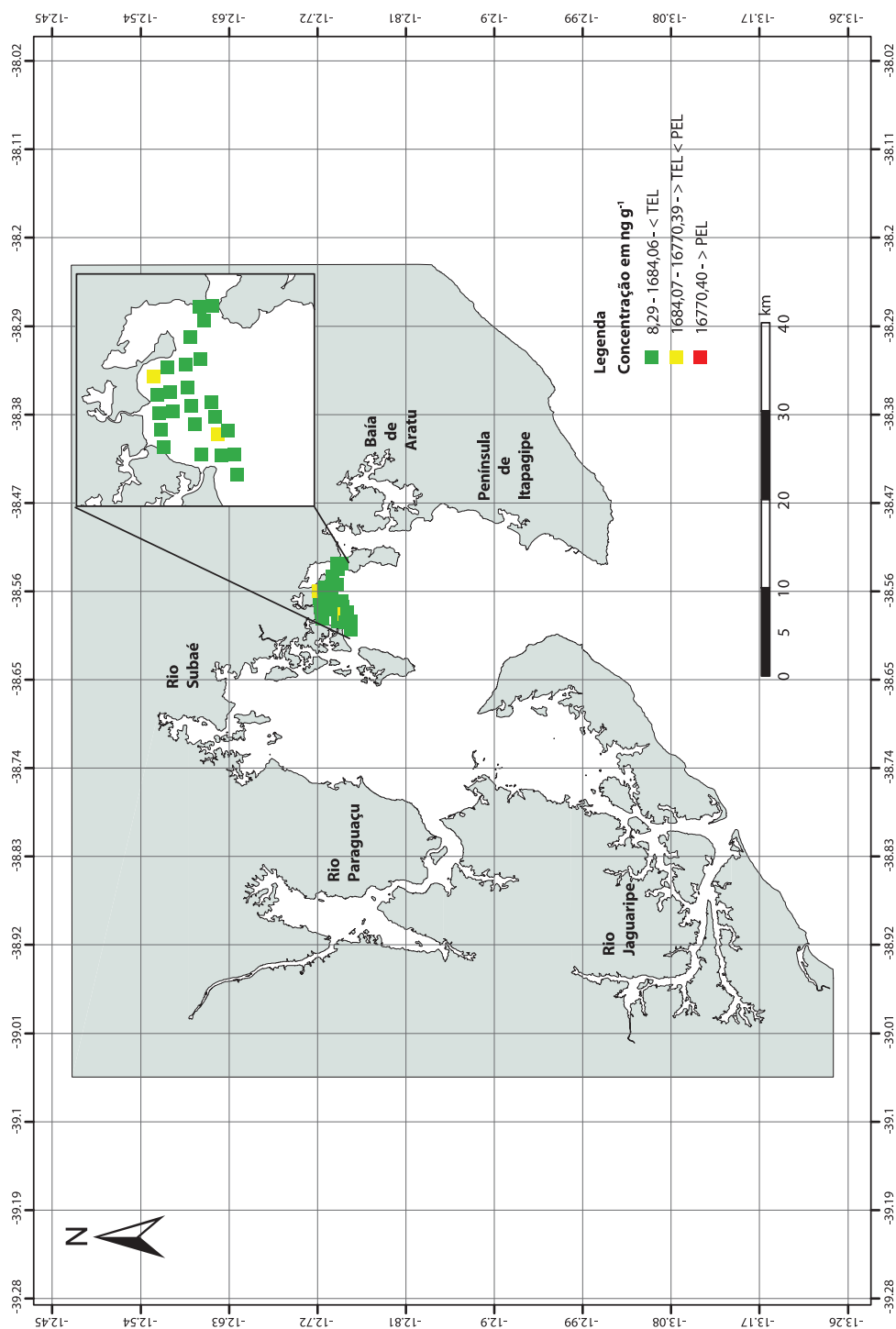



Figura 10.

Distribuição dos critérios de avaliação de qualidade dos sedimentos, baseado nos valores de HPAs, do trabalho realizado por Venturini et al. (2004), na área de Mataripe.

de petróleo e vizinhas à refinaria RLAM. A presença de uma MCNR na estação do rio Mataripe é outro forte indício da presença de hidrocarbonetos de origem petrogênica. No rio Paraguaçu, a elevada concentração de alifáticos combinada à ausência de uma MCNR mensurável, indica origem prioritariamente natural destes compostos. Os resultados de IPC no material particulado em suspensão indicaram que houve predomínio de material biogênico.

Outros trabalhos com foco pontual foram realizados nas áreas do mesolitoral. O estudo realizado com amostras coletadas no rio Paraguaçu (Santos, 2002a), apresentou dados sobre a concentração de n-alcanos em sedimentos e observou compostos de origem biogênica e petrogênica. Entretanto, a determinação de HPAs em sedimentos (Silva, 2006), ao longo da porção estuarina do rio Paraguaçu, realizada durante o ano de 2005, em amostras coletadas em quatro estações, durante o período seco, e seis estações, durante o período chuvoso, revelou baixos valores de concentração, enquanto, na maior parte das amostras, os compostos não foram detectados, indicando pouca contaminação, tanto por fontes petrogênicas como pirogênicas. Um estudo de toxicidade, usando amostras de sedimentos coletados na parte norte da BTS, em quatro áreas, nas proximidades da RLAM (Ilha das Fontes, Ilha de Madre de Deus, Pati e Mataripe), além de duas estações controle ao sul da baía (Evangelista *et al*., 2005), revelou que os valores de concentração obtidos foram comparáveis a locais de contaminação moderada, e nenhuma das concentrações excedeu os valores de TEL e PEL.

Um vazamento pontual de óleo, proveniente da refinaria RLAM, ocorrido em janeiro de 1998, atingiu uma área de manguezal à margem direita da foz do rio Caípe, município de São Francisco do Conde. Posteriormente, em 2002, foi realizado um diagnóstico ambiental desta área, em função do acidente (BMA, 2002). Os sedimentos das áreas afetadas e da área controle apresentaram indícios de contaminação por hidrocarbonetos, entretanto, não foi possível concluir que a presença desses compostos no ambiente estivesse refletindo o acúmulo de resíduos gerados no derrame de óleo no ano de 1998. Para a maioria dos compostos, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as áreas afetadas e as áreas controle.

Um novo estudo foi realizado em 2006 (SENAI, 2006) para avaliar o mesmo derrame ocorrido em janeiro de 1998. Os resultados indicaram que ainda havia uma quantidade detectável de hidrocarbonetos de petróleo no estuário do rio Caípe, entretanto, os níveis de concentração determinados eram um pouco mais elevados na área controle, ao contrário do que registrou o diagnóstico anterior (BMA, 2002). Em nenhum dos estudos sobre o derramamento foi observada a violação dos valores de TEL ou PEL.

A **Tabela 7** apresenta as concentração de HPAs e MCNR em sedimentos da BTS e outras áreas com introdução crônica de hidrocarbonetos.

Tabela 7. *Limites de concentração de HPAs e MCNR em sedimentos da BTS e outras localidades.*

Fonte	Local	MCNR (µg g^{-1})	HPAS totais (ng g^{-1})
CRA, 2004	BTS – infralitoral	<LD - 1.267	<LD - 2.226
Venturini *et al.*, 2004 e 2008	BTS (Mataripe)	<LD - 189	8,29 - 4.163
UFBA, 1996	BTS	<LD - 324	<LD - 151.960*
CRA, 2004	BTS – mesolitoral	nc	1.679 - 23.161
Celino, 2006	BTS (rio São Paulo)	18,7 - 277	345 - 2.500
Silva, 2006	BTS (rio Paraguaçu)	nc	<LD - 314
BMA, 2002	BTS (rio Caípe)	nc	30 - 223
SENAI, 2006	BTS (rio Caípe)	nc	21,2 - 89,6
Bícego *et al.*, 2006	Estuário de Santos, SP	13,2 - 2.015	22 - 66.813
Medeiros e Bícego, 2004	São Sebastião, SP	<LD - 0,99	20,4 - 200
Munis *et al.*, 2004	Baía de Montevidéu	11,1 - 55,9	1.560 - 90.444
Readman, *et al.*, 2002	Mar Negro	1 - 232	7,2 - 635
Zheng e Richardson, 1999	Baía de Hong Kong	4,44 - 1.760	2,86 - 4.420

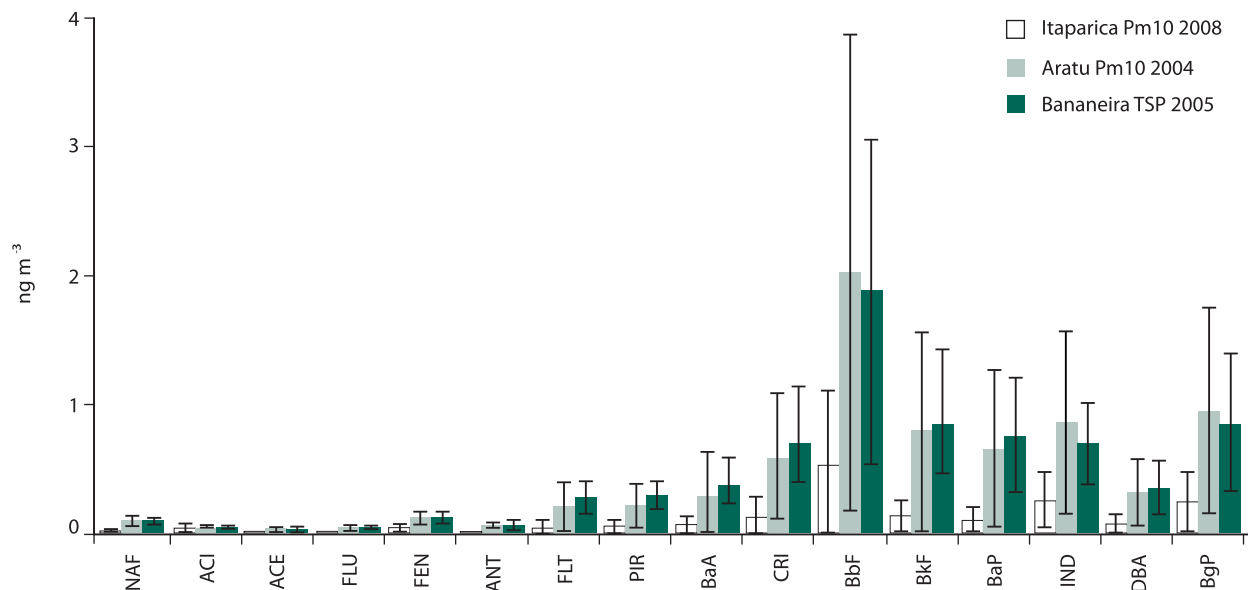
*<LD= abaixo do limite de detecção; nc= não calculado no trabalho; *Concentração em equivalentes de criseno.*

Material Particulado Atmosférico

O transporte atmosférico tem contribuição relevante na contaminação dos corpos d'água por deposição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Estudos recentes (da Rocha *et al.*, 2009; Guarieiro *et al.*, 2009) avaliaram as concentrações de 16 HPAs considerados prioritários pela Agência de Proteção Ambiental Americana, EPA: naftaleno (NAP); acenafitaleno (ACY); acenafiteno (ACE); fluoreno (FLU); fenantreno (PHE); antraceno (ANT); fluoranteno (FLT); pireno (PYR); benzo[*a*] antraceno (BaA); chriseno (CRI); benzo[*b*]fluoranteno (BbF); benzo[*k*]fluoranteno (BkF); benzo[*a*]pireno (BaP); indeno[*1,2,3-c,d*]pireno (IND); dibenzo[*a,h*]antraceno (DBA); benzo[*g,h,i*]perileno (BgP), associados ao material particulado atmosférico em três diferentes locais na Região Metropolitana de Salvador (Estação de Transbordo da Lapa, o Porto de Aratu e a Vila de Bananeira, localizada na Ilha de Maré) e em Itaparica.

Os 16 HPAs prioritários foram identificados nas amostras de todos os locais estudados na região metropolitana de Salvador, enquanto em Itaparica apenas 12 HPAs foram quantificados. Os HPAs de alta massa molar e, consequentemente, baixa

pressão de vapor (BaA, CRI, BbF, BkF, BaP, IND, DBA e BgP) apresentaram as maiores concentrações na fase particulada. O BbF (concentração na faixa de 0,130 a 6,85 ng m^{-3}) foi o HPA que apresentou a mais alta concentração em Itaparica, Bananeira e no Porto de Aratu, enquanto o CRI (0,075 – 6,85 ng m^{-3}) foi o que apresentou a mais alta concentração na Estação da Lapa (**Figura 11**). Em média, ΣPAH representou, respectivamente, 0,005 %, 0,0012 % e 0,010 % da massa do material particulado atmosférico no Porto de Aratu, Bananeira e Itaparica.

Figura 11.
Concentração de HPAs no material particulado atmosférico coletado nas localidade de Bananeira, Itaparica e no Porto de Aratu.

As taxas de deposição seca de HPAs determinadas no Porto de Aratu, Bananeira e na Ilha de Itaparica (da Rocha *et al.*, 2009; Guarieiro *et al.*, 2009) são expressivas, especialmente em Bananeira (**Tabela 8**), que recebe fortes cargas de partículas e contaminantes que são transportados pela atmosfera, pois é um local onde não há circulação de veículos automotores, sendo que o acesso é exclusivo por embarcações. Em Itaparica, o perfil de deposição é semelhante ao de Bananeira, porém com taxas de deposição menores.

A contribuição de espécies carcinogênicas (BaA, BbF, BkF, BaP, DBA, e IND) determinada para Bananeira, por exemplo, é de origem antrópica e inclui fontes tais como: emissões industriais, veiculares (automóveis, caminhões, barcos de pequeno porte e navios), atividades de carga e descarga no Porto de Aratu, a queima de carvão e madeira no cozimento de alimentos.

Tabela 8. *Concentrações médias e taxas de deposição seca de HPAs para a BTS.*

	PYR	BaA	CRY	BbF	BkF	BaP	IND	DBA	BgP
Itaparica PM10 2008									
Concentração média (ng m^{-3})	0,0774	0,1076	0,2088	0,2162	0,0736	0,1694	0,1928	0,1013	0,1235
Taxa de deposição (Fd) (mg m^{-2} dia $^{-1}$)	0,0134	0,0325	0,0974	0,1027	0,0394	0,0465	0,1482	0,0665	0,1035
Porto de Aratu 2005									
Concentração média (ng m^{-3})	0,2860	0,2990	0,7140	2,4400	0,8200	0,7320	1,0100	0,3630	1,0200
Taxa de deposição (Fd) (mg m^{-2} dia $^{-1}$)	0,0494	0,0904	0,3331	1,1595	0,4393	0,4490	0,7766	0,2384	0,8548
Bananeira PTS 2005									
Concentração média (ng m^{-3})	0,211	0,241	0,432	1,13	0,512	0,473	0,499	0,229	0,529
Taxa de deposição (Fd) (mg m^{-2} dia $^{-1}$)	0,0365	0,0729	0,2016	0,5370	0,2743	0,2902	0,3837	0,1504	0,4433

Biota

Não existem evidências da ocorrência de biomagnificação de hidrocarbonetos em organismos marinhos (Weber, 1981; Kayal e Connell, 1995; Takeuchi *et al.*, 2009), nem correlação entre os níveis de hidrocarbonetos, tanto do petróleo quanto os naturais, com a posição do organismo na cadeia alimentar (Burns e Teal, 1973).

Os moluscos, especialmente os bivalves, são muito utilizados como indicadores da contaminação orgânica marinha, pois são organismos filtradores, o que permite a concentração de certos contaminantes. Como seres sésseis, além de facilitarem a amostragem para programas de monitoramento, são representativos de uma área específica. Os principais bivalves avaliados como indicadores de HPAs na BTS foram o papa-fumo ou chumbinho e o pé-de-galinha, em menor escala, mas também foram utilizadas outras espécies como o sururu de pedra.

Os primeiros estudos sobre a contaminação de moluscos na BTS foram realizados em chumbinhos, nos quais foram encontrados valores de 0,1 a 116 µg g^{-1} de n-alcanos (Tavares *et al.*, 1988; Porte *et al.*, 1990; Bandeira 1999) e 0,1 a 9,1 µg de HPAs (equivalentes a criseno) (Tavares *et al.*, 1988). Os maiores níveis foram observados na região mais próxima à RLAM, em Mataripe.

Estudo recente (CRA, 2004) determinou concentrações de HPAs em localidades pesqueiras do entorno da BTS, utilizando os principais mariscos e crustáceos consumidos pela população, considerando a proximidade das fontes de contaminação e a representatividade da área para pesca realizada pelas comunidades ribeirinhas. Os valores de concentração de HPAs foram baixos para todas as amostras, quando comparados a locais contaminados. Foram observados valores relativamente mais altos em Salinas da Margarida, São Francisco do Conde, Caboto e Periperi. Segundo os níveis máximos de HPAs em alimentos, adotados

pela USEPA (CETESB, 2001), a única violação foi observada em amostra de pé-de-galinha, coletada em Caboto, para o composto benzo(a)pireno.

Os resultados obtidos na avaliação de pé-de-galinha como organismo biomonitor (CRA, 2004) não foram satisfatórios, pois não revelaram a proporcionalidade em relação aos observados nas amostras de sedimento da área onde foram coletados. Apesar do pé-de-galinha apresentar características gerais que o indicavam como uma bom candidato a organismo biomonitor, os dados de hidrocarbonatos, assim como para os metais, não confirmaram esta expectativa.

Análises preliminares de risco à saúde humana baseadas no consumo frequente de diversas espécies marinhas, em doze localidades da Baía de Todos os Santos (CRA, 2004), não registrou risco associado aos HPAs não carcinogênicos. Entretanto, nesta análise preliminar, não foram calculados os riscos para HPAs carcinogênicos e de câncer pulmonar por efeitos de exposições múltiplas. Estudo posterior revelou risco relacionado à ingestão de pescado contaminado com HPAs (CRA, 2005). O risco carcinogênico mostrou-se relevante quanto ao consumo de moluscos e crustáceos para: Caboto, Suape, Pati, São Brás e Bom Jesus dos Pobres. Entretanto, o risco carcinogênico para HPAs, relacionado ao consumo de peixes, foi bem menor que o verificado para o consumo de moluscos e crustáceos (CRA, 2005).

Em outro estudo, que avaliou os teores de HPAs em chumbinho, sururu de pedra, pé-de-galinha, caranguejo (*Ucides cordatus*) e tainha (*Mugil curema*) (UFBA,1996), foram observados valores entre abaixo do limite de detecção e 20,8 ug g^{-1} (equivalentes ao criseno). Valores estes, muito superiores quando comparados ao do estudo do CRA, cujo valor máximo determinado, em chumbinho coletado em São Francisco do Conde, foi de 314 ng g^{-1} (CRA, 2004). A divergência nos valores de concentração foi atribuída à diferença nas metodologias analíticas utilizadas, pois em um estudo (CRA, 2004) os HPAs foram determinados individualmente através do uso de métodos cromatográficos, enquanto no outro estudo (UFBA, 1996) a quantificação foi realizada por fluorescência, sendo determinados os HPAs totais.

Considerações finais

Em várias regiões da BTS, os sedimentos, o material particulado atmosférico e o material particulado em suspensão encontram-se enriquecimentos por metais traço. As regiões que apresentaram os maiores fatores de enriquecimento de metais foram Itapagipe (As, Cd, Pb, Zn e Hg), estuário do rio Subaé e região adjacente (As, Cd, Cu, Pb e Zn), o Porto e a Baía de Aratu (As, Cu, Mn, Pb e Zn), e a região adjacente a Mataripe (As, Pb e Hg). Apesar do fechamento de algumas atividades industriais que aportaram importantes cargas de metais na bacia de drenagem da BTS, como

a Plumbum e a CQR, da eliminação de Pb da gasolina e das medidas para reduzir as emissões de contaminantes, não foi verificado o decréscimo de concentração de metais nos sedimentos superficiais da baía. A persistência de elevados teores nos sedimentos, de algumas localidades, refletem: (i) o contínuo aporte de metais para a BTS, (ii) a remobilização e a diagênese de sedimentos contaminados, e o fato do (iii) tempo de residência das águas no interior da baía ser relativamente alto.

Apesar dos elevados teores de metais nos sedimentos de algumas regiões, a coleta de mariscos e peixes é amplamente praticada em toda BTS, representando a principal fonte de proteína animal para as comunidades ribeirinhas. Dados de várias espécies biológicas, amplamente consumidas pela população (*e.g.* ostra, chumbinho, sururu e peixes) indicaram que as concentrações de metais traço ultrapassaram os limites preconizados pela legislação brasileira (ANVISA). Uma avaliação preliminar de risco à saúde humana (CRA, 2005) mostrou que existe a possibilidade de que a ingestão de alguns pescados contaminados, coletados em algumas regiões da BTS, pode implicar em potenciais problemas de saúde. Vale ressaltar que este estudo está baseado em pressupostos conservativos, isto é, foram simulados cenários críticos de exposição.

Além dos metais, foi possível observar que a BTS recebe uma mistura de hidrocarbonetos de origem biogênica, petrogênica e pirogênica. Dentre os HPAs, predominam aqueles originados da combustão, cujos produtos apareceram amplamente distribuídos nos sedimentos da BTS. Os compostos de origem petrogênica predominaram em áreas próximas às fontes, como é o caso da região sob influência da refinaria, localizada em Mataripe.

Os teores de HPAs encontrados na biota foram, em geral, relativamente baixos. As concentrações mais elevadas de HPAs foram encontradas em Salinas da Margarida, São Francisco do Conde e Caboto. Não foi observado risco para HPAs não carcinogênicos, mas deve ser considerado o risco aos HPAs carcinogênicos para o consumo de moluscos e crustáceos em Caboto, Suape, Pati, São Brás e Bom Jesus dos Pobres (CRA, 2004; 2005). O risco carcinogênico para HPAs relacionado ao consumo de peixes foi bem menor que o verificado para o consumo de moluscos e crustáceos (CRA 2004; 2005).

Embora a BTS apresente *hot spots* de contaminação, em termos gerais, as condições observadas para a região, comparativamente a outras baías e/ou estuários bastante impactados (*e.g.* Baía da Guanabara e Estuário Port Jackson), é de baixa contaminação, com áreas de manguezais, estuários e recifes de corais, especialmente nas porções sul e sudoeste da baía, relativamente conservados.

Finalmente, mas não menos importante, deve-se ressaltar que desde a década de 70 existe registro de informações de espécies químicas com potencial impacto na Baía de Todos os Santos. Entretanto, os dados divulgados nestas três décadas foram gerados em condições bem variáveis, em termos de desenhos amostrais,

parâmetros avaliados, técnicas analíticas empregadas e forma de expressão dos resultados, o que dificulta a comparação dos mesmos. Novos estudos com desenhos amostrais e procedimentos analíticos sistematizados, de grande abrangência espaço-temporal, serão um legado relevante para as gerações futuras.

Referências

Alves, T. C. A. (2002) **Caracterização geoquímica do substrato lamoso de zonas de manguezal da Baía de Aratu - Bahia**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Amado-Filho, G. M.; Salgado, L. T.; Rebelo, M. F.; Rezende, C. E.; Karez, C. S.; Pfeiffer, W. C. (2004) Heavy metal in benthic organisms from Todos os Santos Bay, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n.1, p. 95-100.

Anjos, J. A. S. A.; Sanches, L. E. (2001) Plano de gestão ambiental para sítios contaminados por resíduos industriais: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, SEI, v. 10, n. 4, p. 306-309.

Anjos, J. A. A.; SANCHES, L. E. (2003) Utilização de wetland (zona alagadiça) no controle da poluição do estuário do rio Subaé – o caso da wetland da Plumbum em Santo Amaro da Purificação, Bahia. In: Conferencia Internacional Mangrove, Salvador-BA. **Livro de Resumos da Conferência Internacional Mangrove**, v. 1. p. 233.

Antunes, C. G. C. (2006) **Análise das folhas de Rhizophora mangle L. submetidas aos impactos ambientais do município de Santo Amaro – Bahia.** Monografia, Universidade Católica de Salvador, Bahia, Brasil.

Argollo, R. M. (2001) **Cronologias de sedimentação recente e de deposição de metais pesados na Baía de Todos os Santos usando Pb210 e Cs137**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Attril, M. J.; Thomes, M. (1995) Heavy metal concentrations in sediment from Thames estuary, UK. **Marine Pollution Bulletin**, v. 30, p. 742-744.

Baird, S. J. S.; Bailey, E. A.; Vorhees, D. J. (2007) Evaluating human risk from exposure to elkylated PAHs in an equatic system. **Human and Ecological Risk Assessment**, v. 13, n. 2, p. 322-338.

Bandeira, A. C. C. (1999) **Determinação de n-alcanos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em fauna da Baía de Todos os Santos**. Dissertação de Mestrado em Química Analítica, Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Brasil. 112 p.

Barros, F.; Hatje, V.; Figueiredo, M. B.; Magalhães, W. F.; Dórea, H.; Emídio, E. S. (2008) The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments

characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 78, p.753-762.

Bícego, M. C.; Taniguchi, S.; Yogui, G. T.; Montone, R. C.; Silva, D. A. M.; Lourenço, R. A.; Martins, C. D. C.; Sasaki, S. T.; Pellizari, V. H.; Weber, R. R. (2006) **Assessment of contamination by polychlorinated biphenyls and aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of the Santos and São Vicente Estuary System, São Paulo, Brazil. Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p.1804-1816.

Birch, G.; Taylor, S. (1999) Source of heavy metals in sediments of the Port Jackson estuary, Australia. **Science of the Total Environment**, v. 227, p. 123-138.

BMA (Biomonitoramento e Meio Ambiente). (2002) **Diagnóstico ambiental dos manguezais situados no Estuário do Rio Caípe, Bahia**. Relatório Final. 72 p.

Bonfim, I. C. V. (2005) **Avaliação da qualidade ambiental de áreas de manguezais impactadas por atividades industriais da Baía de Todos os Santos**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Brasil.116 p.

Brandão, A. M.; Tavares, T. M. (1978) Distribuição de chumbo, cádmio e cinco em sedimentos no Estuário do Rio Subaé, Bahia. **Ciência e Cultura (Suplemento)**, v. 30, p. 406.

Brito, C. R. (2003) **Caracterização geoquímica de substrato lamoso de zonas de manguezal da Baía de Aratu-Bahia-Brasil; Subsídio a um Programa de Monitoramento, Caracterização e Gestão Ambiental de Zonas de Manguezal do Estado da Bahia**. Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Burns, K.; Teal, J. (1973) **Hydrocarbons incorporation from the West Fallmouth oil spill.** Woods Hole Oceanography Institute. Technical Report, p. 41-69.

Cantillo, A.Y. (1998) Comparison of results of Mussel Watch programs of the United States and France with worldwide Mussel Watch studies. **Marine Pollution Bulletin**, v. 36, p. 712-717.

Carvalho, F. M.; Tavares, T. M.; Souza, S. P.; Linhares, P. (1984) Lead and cadmium concentrations in the hair of fishermen from Subaé basin, Brazil. **Environmental Research**, v. 33, p. 300-306.

Carvalho, F. M.; Silvany-Neto, A. M.; Lima, M. E. C.; Tavares, T. M.; Waldron, H. A.; Souza, S. P.; Linhares, P. (1985) Lead poisoning among children from Santo Amaro, Bahia, Brazil. **Bulletin of the Pan American Health Organization**, v. 19, p.165-175.

Carvalho, F. M.; Silvany-Neto, A. M.; Melo, A. M. C.; Chaves, M. E. C.; Brandão, A. M.; Tavares, T. M. (1989) Cadmium in hair of children living near smelter in Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 84, p.119-128.

Carvalho, F. M.; Silvany Neto, A. M.; TAVARES, T. M.; Costa, A. C. A.; Chaves, C. R.; Nascimento, L. D.; Reis, M. A. (2003) Chumbo no sangue de crianças e passivo ambiental de uma fundição de chumbo no Brasil. **Pan American Journal of Public Health**, v. 13, n.1.

Carvalho, R. M. W. N. (2006) **Determinação de íons metálicos em moluscos bivalves do manguezal da região petrolífera de São Francisco do Conde - Recôncavo Baiano.** Exame de qualificação de doutorado em Química, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 162 p.

Celino, J. J.; Queiroz, A. F. S. (2006) Fonte e grau da contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista da Escola de Minas**, v. 59, p. 265-270.

Celino, J. J.; Queiroz, A. F. S.; Santos, J.B. (2005) Heavy metals and petroleum hydrocarbons of the Mangrove from São Francisco do Conde Region. Todos os Santos Bay, Bahia. In: **Congresso Brasileiro de P & D em Petróleo e Gás**, 3, Salvador. Boletim de resumos. Eletrônico, v. 1.

CETESB. (2001) **Levantamento da contaminação ambiental do sistema estuarino de Santos e São Vicente.** Relatório Técnico, São Paulo. 141 p.

CODEBA (COMPANHIA DAS DOCAS DO ESTADO DA BAHIA). (2007) **Autoridade Portuária, Estatística Portuária e Desempenho Operacional.** Salvador, 2008.

Costa, A. B. (2006) **Caracterização molecular e isotópica da Baía de Todos os Santos**. Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Costa, A. B.; Zucchi, M. R.; Azevedo, A. E. G; Santos, V. L. C. S.; Azevedo, E. R.; Bonagamba, T. J. (2008) Caracterização da matéria orgânica de sedimentos da Baía de Todos os Santos. In: Queiroz, A. F. e Celino, J. J. (Eds.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos**. RECUPETRO_PROAMB.

Chiffoleau, J. F.; Auger, D.; Roux, N.; Rozuel, E.; Santini, A. (2005). Distribution of silver in mussels and oysters along the French coasts: data from the national monitoring program. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 1719-1723.

Cox, R. E.; Mazerek, M. A.; Simoeit, B. R. (1982) Lipids in Harmattan aerosols of Nigeria. **Nature**, v. 296, p. 848-849.

CRA. (1996) **Resultado das análises: água e sedimentos na BTS.** 1987/1992/1993/1994/1995/1996. Relatório Técnico. Governo do Estado da Bahia.

CRA. (1997) **Resultado das análises: água e sedimentos na BTS**. Relatório Técnico. Governo do Estado da Bahia.

CRA. (1998) **Resultado das análises: água e sedimentos na BTS.** Relatório Técnico. Governo do Estado da Bahia.

CRA. (2004) **Diagnóstico da concentração de metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo nos sedimentos e biota da Baía de Todos os Santos.** Consórcio BTS Hydros CH2MHILL. Governo do Estado da Bahia.

CRA. (2005) **Análise preliminar de risco à saúde humana**. Relatório síntese. Consórcio BTS Hydros CH2MHILL. Governo do Estado da Bahia.

CRA. (2008) **Inventário de atividades com potencial de contaminação/poluição e de produtos químicos na Baía de Todos os Santos**. Tomo I – Relatório

Preliminar. HYDROS Engenharia e Planejamento Ltda. Tomo I. Governo do Estado da Bahia. 269p.

da Rocha, G. O.; Lopes, W. A.; Pereira, P. A. de P.; Vasconcellos, P. de C.; Oliveira, F. S.; Carvalho, L. S.; Conceição, L. dos S.; de Andrade, J. B. (2009) Atmospheric particulate Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their dry deposition fluxes at three sites in Salvador Basin, Brazil, impacted by mobile and stationary sources. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 20, p. 680-692.

de Andrade, J. B.; Macedo, M. A.; Korn, M.; Oliveira, E. Gennari, R.F. (1996) A comparison study of aerosol emissions sources in two receptor sites in Salvador Brazil City. **Toxicological and Environmental Chemistry**, v. 54, p. 23-28.

Du Laing, G.; Meers, E.; Dewispelaere, M.; Vandecasteele, B.; Rinklebe, J.; Tack, F. M. G.; Verloo, M. G. (2009) Heavy metal mobility in intertidal sediments of the Scheldt estuary: field monitoring. **Science of the Total Environment**, v. 407, p. 2919-2930.

Evangelista A. J. A.; Nascimento, I. A.; Pereira, S. A.; Lopes M. B. N.L.; Martins, L. K. P.; Fillmann, G. (2005) Assessing the potential toxicity of marine sediments found in petroleum industry área: a new approach base don responses of post larval shrimp. **Ciencias Marinas**, v. 31, p. 43-55.

Farrington, J. W.; Frew, N. M.; Geshwend, P. M.; Tripp, R. W. (1977) Hydrocarbons in cores of northwestern Atlantic coastal and continental margin sediments. **Estuarine and Coastal Marine Science**, v. 5, p. 793-808.

Felizzola, J. F. (2005) **Especiação de compostos butílicos de estanho em sedimentos superficiais da Baía de Todos os Santos.** Dissertação de mestrado, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil. 121 p.

Felizzola, J. F.; Wagener, A. L. R.; Almeida, A. C.; Lin, W. O. (2007) Butyltin speciation in sediments from Todos os Santos Bay. **Química Nova**, v. 31, p. 89-93.

Ferreira, M. F.; Chiu, W. S.; Cheol, H. K.; Cheang, F.; Sun, W. (1996) Accumulation of nutrients and heavy metals in surface sediments near Macao. **Marine Pollution Bulletin,** v. **32**, p. 420-425

França, S.; Vinagre, C.; Caçador, I.; Cabral, H. N. (2005) Heavy metal concentrations in sediment, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). **Marine Pollution Bulletin,** v. 50, p. 993-1018.

Freire Filho, R. (1979) **Um estudo sobre os metais pesados nos sedimentos recentes da Baía de Aratu (BA).** Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Freitas, H.; Guedes, M. L. S.; Smith, D. H.; Oliveira, S. S.; Santos, E. S.; Silva, E. M. (2002) Characterization of the mangrove plant community and associated sediment of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 5, n. 2, p. 217-229.

Garcia, K. S., (2005). **Estudos biogeoquímicos em folhas de *Avicennia schaueuriana* Stapf & Leechman em zonas de manguezal da Região de São Francisco do Conde e Madre de Deus - BA**. Dissertação de mestrado, Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Garcia, K. S.; de Oliveira, O. M. C.; de Araujo, B. R. N. (2008) Biogeoquímica de folhas de Avicennia Schaueriana na área norte da Baía de Todos os Santos. In: A. F. Queiroz e J. J. Celino (Orgs.). **Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos**. Salvador, PROAMB, UFBA.

GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). (1991) **Review of potentially harmful substances: carcinogens**. Report Study. GESAMP, v. 46, 56p.

Gonçalves, R. S. L. (2006) **Avaliação biogeoquímica de metais pesados em moluscos bivalves de áreas da Baía de Todos os Santos - BA e rios Cocó e Ceará - CE.** Dissertação de mestrado, Pós- Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Brasil. 194 p.

Guarieiro, A. L. N.; Rocha da, G. O.; Conceição, L. dos S.; Lopes, W. A.; Pereira, P. A. de P.; de Andrade, J. B. (2009) **Avaliação de HPAS em aerossóis atmosféricos da Ilha de Itaparica – BA,** AB-035. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32, Fortaleza, CE, 30/05 a 02/06/2009.

Hatje, V.; Birch, G. F.; Hill, D. M. (2001a) Trace metal and total suspended solids concentrations in freshwater: the importance of small-scale temporal variation. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 3, p. 251-256.

Hatje, V.; Birch, G. F.; Hill, D. M. (2001b) Spatial and temporal variability of particulate trace metals in Port Jackson Estuary, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 53, p. 63-77.

Hatje, V.; Barros, F. C. R. de; Figueiredo, D. G.; Santos, V. L. C. S. (2006a) Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 969-977.

Hatje, V.; Barros, F. C. R. de; Riatto, V. B. (2006b) Teores e fluxos de metais traço associados ao material particulado em suspensão dos principais tributários da Baía de Todos os Santos. In: **Simpósio Brasileiro de Oceanografia**, 3, São Paulo.

Hatje, V.; Barros, F.; Lessa, G. C., Riatto, V. B. (em preparação) Fluxes, fate and geochemistry of trace metals of the main tributaries of the Todos os Santos Bay, BA, Brazil.

Horowitz, A. J. (1991) **A primer on trace metal-sediment chemistry**. 2nd edn. Ann Arbor, MI: Lewis Publishers.

Jesus, T. B. (2005) **Estudos biogeoquímicos em *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin - 1971) (Bivalvia Veneridae) associada a sedimentos de zonas de manguezal do Recôncavo Baiano - Bahia - Brasil**. Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Júnior, W. S. D. S. (2005) **Estudos geoquímicos em sedimentos de manguezal, como indicadores de impactos ambientais na Região Petrolífera de São Francisco do Conde - BA**. Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Kayal, S.; Connell, D. W. (1995) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in biota from the Brisbane River Estuary, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 40, p. 475-493.

Kim, G. B.; Maruya, K. A.; Lee, R. F.; Lee, J. H.; Koh, C. H.; Tanabe, S. (1999) Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Kyeonggi Bay, Korea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, p. 7-15.

Lauenstein, G. G.; Robertson, A.; O'Connor, T. P. (1990) Comparision of trace metal data in mussels and oysters from a mussel watch programme of the 1970s with those from a 1980s programme. **Marine Pollution Bulletin**, v. 21, p. 440-447.

Law, R.J.; Biscaya, J.L. (1994) Polycyclic aromatic-hydrocarbons (PAH) - problems and progress in sampling, analysis and interpretation. **Marine Pollution Bulletin**, v. 29, n. 4-5, p. 235-241.

LeBlanc, L. A.; Schroeder, R.A. (2008) Transport and distribution of trace elements and other selected inorganic constituents by suspended particulates in the Salton Sea Basin, California, 2001. **Hydrobiologia**, v. 604, p. 123-135.

Leão, C. S. (2004) **Caracterização geoambiental de zonas de manguezal da Baía de Aratu - Bahia - Brasil**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós- Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Long, E. R.; MacDonald, D. D.; Smith, S. L.; Calder, F. D. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. **Environmental Management, v.19**, p. 81-97.

Lopes, W. A.; de Andrade, J. B. (1996) Fontes, formação, reatividade e quantificação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) na atmosfera. **Química Nova**, v.19, p. 497-516.

Luoma, N. S.; Rainbow, P. S. (2008) **Metal contamination in aquatic environments. Science and Lateral Management.** New York, Cambridge University Press. 572p.

Luiz-Silva, W.; Matos, R. H. R.; Kristosch, G. C.; Machado, W. (2006) Variabilidade espacial e sazonal da concentração de elementos-traço em sedimentos do sistema estuarino de Santos-Cubatão (SP). **Química Nova**, v. 29, p. 256-263.

MacDonald, D. D.; Carr, R. S.; Calder, F. D.; Long, E. R. (1996) Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. **Ecotoxicology**, v. 5, p. 253-278.

Medeiros, P. M.; Bícego, M. C. (2004) Investigation of natural and anthropogenic hydrocarbon inputs in sediments using geochemical markers. I. Santos, SP - Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, p. 761-769.

Mestrinho, S. S. P. (1998) **Estudo do comportamento geoquímico dos metais pesados nos sedimentos da Região Estuarina do Rio Paraguaçu – Bahia.** Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrologia da Universidade de São Paulo, Brasil.

Mcleroy, A. E.; Farrington, J. W.; Teal, J. M. (1989) Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In: Varanasi, U. (Ed.). **Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment**. CRC Press, Boca Raton, Florida. p.1-39.

Mille, G.; Rivet L.; Jawwad, A. L. ; Bertrand, J. C. (1992) Hydrocarbon distribuitions in low polluted surface sediments from Kuwat, Bahrain and Oman Coastal Cones (Before the Gulf War). **Marine Pollution Bulletin,** v. 24, p. 622-626.

Moyano, M.; Moresto, H.; Blanco, J.; Rasadella, M.; Caballero, A. (1993) Baseline studies of coastal pollution by heavy metals, oil and PAH in Montevideo. **Marine Pollution Bulletin**, v. 26, p. 461-464.

Muniz, P.; Danulat, E.; Yannicelli, B.; García-Alonso, J.; Medina, G.; Bícego, M. C. (2004) Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour (Uruguay). **Environment International**, v. 29, p.1019-1028.

Neto, J. A. B.; Gingele, F. X.; Leipe, T.; Brehme, I. (2006) Spatial distribution of heavy metals in surficial sediments from Guanabara Bay: Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Geology**, v. 49, p. 1051-1063.

Neff, J. M. (1979) **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the aquatic environment: sources, fates and biological effects**. London, Applied Science Publishers Ltd. 262p.

NOAA. (1999) **Screening quick reference tables**. Hazmat Report, v. 99, n.1. Washington, NOAA, 12p.

NRC (National Research Council). (1985) **Oil in the sea: inputs, fates and effects**. Washington, National Academy Press. 601p.

NRC (National Research Council). (2003) **Oil in the sea III: inputs, fates and effects.** Washington, National Academy of Sciences. 265p.

Oliveira, F. (2003) **O elo perdido. Classe e identidade de classe na Bahia.** História do Povo Brasileiro. São Paulo, Editora da Fundação Perseu Abramo. 115p.

Otero, O. M. F.; Barbosa, M. R.; Queiroz, A. F. S.; Castro, A. M.; Macedo, B. L. F. (2008) Valores de referência para metais traço nos sedimentos de manguezais da Baía de Todos os Santos. In: **Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos**. Salvador, PROAMB, UFBA.

Onofre, C. R. E. (2005) **Concentração de sulfetos volatilizáveis por acidificação e biodisponibilidade dos metais Cd, Cu, Pb, Ni e Zn nos sedimentos de manguezais da Região de São Francisco do Conde e Madre de Deus, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Onofre, C. R .E.; Argolo, J. L.; Celino, J. J.; Queiroz, A. F. S.; Nano, R. M. W. (2008) Sulfetos Ácidos voláteis e metais extraídos simultaneamente em sedimentos de manguezais da Baía de Todos os Santos. In: **Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos**. Salvador, PROAMB, UFBA.

Orge, M. D. R.; Porsché, I. J.; Costa, M. C.; Lima, J. S.; Soares, S. E. D.; Justino, R. (2000) Assessment of oil refinery waste on Rhizophora mangle L. seedling srowth in mangroves of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 471-477.

Paredes, J. F.; Queiroz, A. F. de S.; Carvalho, I. G.; Ramos, M. A. S. B.; Santos, A. L. F.; Mosser, C. (1995) Heavy metals in estuarine sediments: mangrove swamps of the Subaé and Paraguaçu tributary rivers of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Tecnologia Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 1-15.

Passos, E. A. (2005) **Distribuição de sulfeto volatilizado em meio ácido e. metais pesados em sedimentos do estuário do rio Sergipe**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.117p.

Patchineelam, S. R.; Forstner, U. (1983) Sequential chemical extractions on polluted sediments from the Subaé river, Brazil. In: **4th International Conference Heavy Metal in the Environment**, Heidelberg.

Pereira, P. A. de P.; Lopes, W. A.; Carvalho, L. S.; da Rocha, G. O.; de Carvalho Bahia, N.; Loyola, J.; Quiterio, S. L.; Escaleira, V.; Arbilla, G.; de Andrade, J. B. (2007) Atmospheric concentrations and dry deposition fluxes of particulate trace metals in Salvador, Bahia, Brazil. **Atmospheric Environment**, v. 41, n. 36, p. 7837-7850.

Peso-Aguiar, M. C.; Verani, J.R. (1998) *Macoma constricta* (Bruguuièri, 1972) as a biomonitor of chronic environmental contamination by petroleum in Todos os Santos Bay (Salvador-BA-Brazil). **Verh. Internat. Verein. Liminol.**, v. 26, p. 2015-2018.

Pletsch, A. L. (2002) **Distribuição espacial de compostos orgânicos de estanho e metais em sedimentos costeiros e em *Phallusia Nigra* de áreas da Baía de Todos os Santos e Litoral Norte da Bahia**. Tese de doutorado, Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Brasil. 216 p.

PETROBRAS/FUNDESPA. (2003) **Diagnóstico ambiental marinho da área de influência da Refinaria Landulpho Alves Mataripe** (DAMARLAM). Relatório Final. São Paulo, FUNDESPA.

PETROBRAS/FUSP. (2005) **Programa de monitoramento ambiental do ecossistema estuarino na área de influência da Refinaria Landulpho Alves** (PROMARLAM). Relatório Final. São Paulo, FUSP.

Porte, C.; Barcelo, D.; Tavres, T. M; Rocha V. C.; Albaiges, J. (1990) The use of mussel watch and molecular marker concepts in studies of hydrocarbons in a tropical bay. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.19, p. 236-274.

Queiroz, A. F. S. (1992) **Mangroves de la Baia de Todos os Santos - Salvador-Bahia-Brésil: ses caracteristiques et l'influence anthropique sur as geochimie.** Tese de doutorado, Institut de Geologie de Strasbourg, França.

Queiroz, A. F.; Celino, J. J. (2008a) Manguezais e ecossistemas estuarinos da Baía de Todos os Santos. In: **Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos**. Salvador, PROAMB, UFBA.

Queiroz, A.F.S.; Celino, J.J. (2008b) Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil). **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 62.

Ramos, M. A. S. B. F. (1993) **Estudos geoquímicos relativamente à dinâmica de marés no estuário lagunal do rio Paraguaçu- Bahia-Brasil**. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Rainbow, P. S. (1993) The significance of trace metal concentrations in marine invertebrates. In: Dallinger, R. e Rainbow. P. S. (Eds.). **Ecotoxicology of metals in invertebrates**. Chelsea, MI: Lewis Publishers, p.3-23.

Rainbow, P. S.; Phillipis, D. J. H. (1993) Cosmopolitan biomonitores of trace metals. **Marine Pollution Bulletin**, v. 26, p. 593-601.

Rainbow, P. S.; White, S. L. (1989) Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: zinc, copper and cadmium in a decapod, an amphipod and a barnacle. **Hydrobiologia**, v.174, p. 245-262.

Reis, J. O. N. (1975) **Determinação polarográfica de Pb^{2+} and Cd^{2+} em águas do rio Subaé, Santo Amaro, Bahia**. Dissertação para concurso público de professor, Universidade Federal da Bahia, Brasil. 81p.

Readman, J. W.; Fillmann, G.; Tolosa, I.; Bartocci, J.; Villeneuve J.-P.; Catinni C.; Mee L. D. (2002) Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, p. 48-62.

Rosa, S. M. (2004) **Determinação de metais pesados no sedimento e em peixes da dieta alimentar do boto cinza (*Sotalia guianensis*) no rio Paraguaçu, Baía de Todos os Santos-BA.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Rodrigues, K. M. R. (2005) **Estudos biogeoquímicos utilizando folhas do gênero *Avicennia* como indicadora de impactos ambientais na região petrolífera de São Francisco do Conde - Bahia**. Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Rodrigues, F. O.; Moura, D. O.; Lamparelli, C. C. (1989) Efeitos do óleo nas folhas de mangue. **Ambiente**, v. 3, p. 36-45.

Santos, J. B. (2002a) **Estudos geoquímicos em substrato lamoso de zonas de manguezal da Região de São Francisco do Conde - Recôncavo Baiano: subsídios a um programa de diagnóstico e monitoramento ambiental para regiões de manguezal influenciadas por atividades petrolíferas**. Dissertação

de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Santos, R. P. (2002b) **Avaliação biogeoquímica de zonas de manguezal da Baía de Aratu: qualidade da água e dos sedimentos baseada em parâmetros ecotoxicológicos.** Dissertação de mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Santos, J. L. (2004) **Avaliação de parâmetros geoquímicos na região estuarina do rio Paraguaçu - Bahia.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Santos, J. V. da S. (2009) **Sistema de pré-concentração em linha simultâneo utilizando espuma de poliuretano para determinação sequencial de Cd e Pb empregando FS FAAS: avaliação da água potável consumida na cidade de Santo Amaro da Purificação, Bahia**. Dissertação de mestrado, Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Brasil. 154p.

SENAI. (2006) **Diagnóstico ambiental do manguezal na foz do Rio Caípe, São Francisco do Conde – Bahia**. Relatório Final. 47p.

Silva, M. B. F. (2006) **Avaliação do nível de contaminação nos sedimentos e estrutura das assembléias bentônicas da porção estuarina do rio Paraguacu, Bahia, Brasil**. Salvador, Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Brasil. 132p.

Silva, C. R. S. (2007) **Estudo e avaliação do teor de carbono e metais biodisponíveis em sedimentos da Baía de Todos os Santos e de Abrolhos.** Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, Brasil. 159p.

Soclo, H. H.; Garrigues, P. H.; Ewald, M. (2000) Origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coastal marine sediments: case studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, p. 387-396.

Spencer, K. L.; Macleod, C. L.; Tuckett, A. E.; Johnson, S. M. (2006) Source and distribution of trace metals in the Medway and Swale Estuaries, Kent, UK. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 226-231.

Takeuchi, I.; Miyoshi, N.; Mizukawa, K.; Takada, H.; Ikemoto, T.; Omori, K.; Tsuchiya, K. (2009) Biomagnification profiles of polycyclic aromatic hydrocarbons, alkylphenols and polychlorinated biphenyls in Tokyo Bay elucidated by $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ isotope ratios as guides to trophic web structure. **Marine Pollution Bulletin**, doi:101016, j.marpolbul.2008.12.022.

Tavares, T. M.; Peso-Aguiar, M. C. (1977) Estudo da distribuição de mercúrio na água, sedimentos e moluscos da Enseada dos Tainheiros. **Ciência e Cultura (Suplemento)**, v. 29, p. 544-548.

Tavares, T. M.; Peso-Aguiar, M. C.; Cunha, T. M. (1979a) Estudo comparativo da bioacumulação de mercúrio por diferentes espécies de bivalves. **Ciência e Cultura (Suplemento)**, v. 09-E, p. 311-434.

Tavares, T. M.; Peso-Aguiar, M. S. (1979b) Avaliação dos riscos de intoxicação por mercúrio através da ingestão de bivalves comestíveis da Enseada dos Tainheiros. **Ciência e Cultura (Suplemento)**, v.10-E, p. 434.

Tavares, M. G. O. (1981) **Balanço dos metais pesados (Hg, Cd e Pb) no material em suspensão e sedimento de fundo na Bacia do rio Paraguaçu – BA.** Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Tavares, T. M.; Rocha, V. C., Porte, C.; Barceló, D.; Albaigés, J. (1988) Aplication of the mussel watch concept in studies of hydrocarbons, PCBs and DDT in brazilian Bay of Todos os Santos (Bahia). **Marine Pollution Bulletin**, v.19, p. 575-578.

Toledo, M.; Sakuma, A. M.; Pregnolatto, W. (1983) Aspectos da contaminação por cádmio em produtos do mar coletados no Estuário de Santos, Baía da Guanabara e Baía de Todos os Santos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 43, p.15-24.

UFBA. (1996) **Programa de monitoramento dos ecossistemas ao norte da Baía de Todos os Santos**. Relatório Final. Salvador, Universidade Federal da Bahia, Tomo IX.

Underwood, A. J. (1997) **Experiments in Ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge University Press, Cambridge. 504p.

UNEP/IOC/IEAEA. (1992) **Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies, n. 20**. United Nations Environment Programme, Intergovernmental Oceanographic Commission and International Atomic Energy Agency. 75p.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). (1986) **Guidelines for the health risk assessment of chemical mixtures**. Washington.

Varanasi, U.; Stein, J. E.; Nishimoto, M. (1989) Biotransformation and disposition of PAH in fish. In: Varanasi, U. (Ed.). **Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environmental**. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 93-150.

Venturini, N. C. (2002) **Estudo das características do ambiente de fundo e sua relação com a macrofauna bentônica numa área adjacente a uma refinaria de petróleo: porção nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 167p.

Venturini, N.; Bícego, M. C.; Martins, C. C. (2004) Characterization of the benthic environment of a coastal area adjacent to an oil refinery, Todos os Santos Bay (NE-Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, p.123-134.

Venturini, N.; Muniz, P.; Bícego, M. C.; Martins, C. C.; Tommasi, L. Roberto. (2008) Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery: integrating chemical and biological multivariate data. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** v. 78, p. 457-467.

Volkman, J. K.; Holdsworth, D. G.; Neil, G. P.; Bavor, H. J. (1992) Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. **The Science of the Total Environment**, v.112, p. 203-219.

Vondráček, J.; Švihálková-Šindlerová, L.; Pêncíková, K.; Marvanová, S.; Krčmář, P.; Ciganek, M.; Neca, J.; Trosko, J. E.; Upham, B.; Kozubík, A.; Machala, M. (2007) Concentrations of methylated naphthalenes, anthracenes, and phenanthrenes occurring in Czech river sediments and their effects on toxic events associated with carcinogenesis in rat liver cell lines. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 26, p. 2308-2316.

Wallner-Kersanach, M. (1994) **Assessment of trace metal pollution of Todos os Santos Bay, Brazil, on the basis of measurements of bivalves and sediments**. Tese de doutorado na Universitat Bremen, Bremen, Alemanha.

Wallner-Kersanach, M.; Theed, H.; Eversberg, U.; Lobo. S. (2000) Accumulation and elimination of trace metals in a transplantation experiment with *Crassostrea rhizophorae*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 38, n. 1, p. 40-45.

Wasserman, J. C.; Queiroz, E. L. (2004) The attenuation of concentrations model: a new method for assessing mercury mobility in sediments. **Química Nova**, v. 27, p. 17-21.

Weber, R. R. (1981) **Hidrocarbonetos no ambiente marinho – aspectos analíticos e ambientais.** Tese de doutorado em Química Analítica, Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 178p.

Yunker, M. B.; MacDonald, R. W.; Vingarzan, R.; Mitchell, R. H.; Goyette, D.; Sylvestre, S. (2002) PAHs in the Fraser river basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. **Organic Geochemistry**, v. 33, p. 489-515.

Zheng, G. J.; Richardson B. J. (1999) Petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Hong Kong marine sediments. **Chemosphere**, v. 38, p. 2625-2632.

Zwolsman, J. J. G.; van Eck, G. T. M. (1999) Geochemistry of major elements and trace metals in suspended matter of the Scheldt Estuary, southwest Netherlands. **Marine Chemistry**, v. 66, p. 91-111.

VIII

Bahia de
todolos sã
tos
TERRAS
DE DÕ
ALVA
RODA
COS
TA
I. dos frades
Ilha de
Mare
I. do medo

Colaboradores

Abílio Carlos da Silva Pinto Bittencourt

Graduação em Geologia (1965) e mestrado em Geologia (1972) pela Universidade Federal da Bahia.
Área de Atuação: oceanografia geológica.
E-mail: abilio@pq.cnpq.br

Ana Carolina Ribeiro Salles

Graduação em Ciências Biológicas (2004) pela Universidade de São Paulo. Mestranda em Oceanografia Biológica no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: ecologia, com ênfase em ecologia trófica.
E-mail: carolsalles@usp.br

Clemente Augusto Souza Tanajura

Bacharel em Engenharia Mecânica-Nuclear (1982) e mestre em Engenharia Nuclear (1988) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutor em Meteorologia (1996) pela Universidade de Maryland, EUA. Áreas de atuação: métodos de assimilação de dados, modelagem do sistema continente-oceano-atmosfera e estudos climáticos.
E-mail: cast@ufba.br

Elizabeti Yuriko Muto

Graduação em Ciências Biológicas (1986) e mestrado em Ciências Biológicas (1993) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutorado em Oceanografia (2004) pela Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: ecologia de ecossistemas e oceanografia biológica, com ênfase em ictiofauna, ecologia trófica, alimentação e isótopos estáveis de 13C e 15N.
E-mail: mutokika@usp.br

Felipe Moraes Santos

Aluno de graduação em Oceanografia pela Universidade Federal da Bahia. Áreas de interesse: oceanografia costeira e estuarina, sensoriamento remoto aplicado à geologia costeira.
E-mail: felipe_oceano@yahoo.com.br

Fernando Genz

Graduação em Engenharia Civil (1991) e mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos (1994) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar (2006) pela Universidade Federal da Bahia. Áreas de atuação: engenharia de recursos hídricos, com ênfase na hidrologia superficial, modelagem matemática e em estudos de dinâmica estuarina.
E-mail: fgenz@pq.cnpq.br

Francisco Carlos Rocha de Barros Junior

Graduação em Oceanografia (1992) pela Fundação Universidade do Rio Grande, mestrado em Ecologia (1997) pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Ecologia Marinha (2002) pela Universidade de Sidney, Austrália. Áreas de atuação: ecologia marinha e oceanografia, atuando principalmente em ecologia bentônica, delineamento experimental e impactos antrópicos.
E-mail: barrosf@ufba.br

Guilherme Camargo Lessa

Graduação em Geografia (1985) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestrado em Geografia Física (1990) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutor em Ciências Marinhas (1994) pela Universidade de Sidney, Austrália. Áreas de atuação: geomorfologia e oceanografia costeira, com ênfase em sedimentologia marinha, circulação costeira e estuarina e evolução do relevo costeiro.
E-mail: gclessa@gmail.com

Gilson Correia de Carvalho

Graduação em Ciências Biológicas (2000) e mestrado em Ecologia e Biomonitoramento (2004) pela Universidade Federal da Bahia. Aluno de doutorado em Ecologia na Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: ecologia, bioestatística, estatística aplicada e biomonitoramento ambiental.
E-mail: biogilson@gmail.com

Igor Cristino Silva Cruz

Graduação em Ciências Biológicas (2005) e mestrado em Ecologia e Biomonitoramento (2008) pela Universidade Federal da Bahia. Áreas de atuação: ecologia, monitoramento e conservação de recifes de corais.
E-mail: igorcruz@gmail.com

Jailson Bittencourt de Andrade

Bacharelado e licenciatura em Química (1975) e mestrado em Química (1978) pela Universidade Federal da Bahia. Doutorado em Química Analítica Inorgânica (1986) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Áreas de atuação: química inorgânica, química analítica, química ambiental e combustíveis.
E-mail: jailsong@ufba.br

José Maria Landim Dominguez

Graduação em Geologia (1978) e mestrado em Geologia (1983) pela Universidade Federal da Bahia. Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha (1987) na Universidade de Miami, EUA. Áreas de atuação: geologia e geofísica marinha e oceanografia.
E-mail: landim@ufba.br

Juliana Pierrobon Lopez

Graduação em Ciências Biológicas (2004) pela Universidade de São Paulo. Mestranda em Oceanografia Biológica no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Área de atuação: ecologia.
E-mail: julopez@usp.br

June Ferraz Dias

Graduação em Ciências Biológicas (1982) pela Universidade de São Paulo. Mestrado (1989) e doutorado (1995) em Oceanografia Biológica pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: biologia da reprodução, estrutura e dinâmica da ictiofauna e ecologia de larvas de peixes.
E-mail: junedias@usp.br

Lucy Satiko Hashimoto Soares

Graduação em Biologia pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (1971). Mestrado (1982) e Doutorado (1982) em Oceanografia pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: oceanografia biológica, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia de ecossistemas, interações tróficas, ecologia de peixes e recursos pesqueiros.
E-mail: lsoares@usp.br

Márcia Caruso Bícego

Graduação em Engenharia Química pela Fundação Armando Álvares Penteado (1982), mestrado em Oceanografia (1988) e doutorado em Química (1996) pela Universidade de São Paulo. Área de atuação: oceanografia, com ênfase em química orgânica marinha, atuando principalmente nos seguintes temas: poluição marinha, paleoceanografia e marcadores geoquímicos.
E-mail: marciabicego@usp.br

Mauro Cirano

Graduação em Oceanografia (1991) pela Universidade Federal do Rio Grande. Mestre em Oceanografia Física (1995) pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Doutor em Oceanografia Física (2000) pela Universidade de New South Wales, Austrália. Áreas de atuação: oceanografia física, com ênfase no entendimento da circulação costeira e oceânica, utilizando análise de dados oceanográficos e modelagem hidrodinâmica.
E-mail: mcirano@ufba.br

Pedro Milet Meirelles

Aluno de graduação em Ciências Biológicas pela Universidade da Bahia. Áreas de interesse: ecologia e conservação de recifes de coral.
E-mail: pedrommeirelles@gmail.com

Renato Ramos da Silva

Graduação em Física (1990) pela Universidade de São Paulo. Mestrado em Meteorologia (1993) pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE. Doutorado em Ciências Ambientais (2006) pela Universidade de Duke, EUA. Áreas de atuação: climatologia e oceanografia física com ênfase em modelagem climática, sistemas numéricos de previsão atmosférica e oceânica.
E-mail: renatosilva@ufba.br

Roberto Giannini

Graduação em Oceanografia (1982) pela Universidade Federal do Rio Grande, mestrado em Oceanografia Biológica (1989) e doutorado em Oceanografia Biológica (1994) pela Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: consultoria e/ou coordenação de projetos de diagnóstico, monitoramento e impactos ambientais, com ênfase nas atividades petrolífera e de saneamento.
E-mail: rogian@bol.com.br

Rubens Mendes Lopes

Graduação em Ciências Biológicas (1985) e mestrado em Ecologia (1989) pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Zoologia (1997) pela Universidade Federal do Paraná. Áreas de atuação: oceanografia biológica, com ênfase em ecologia do plâncton marinho.
E-mail: rubens@usp.br

Ruy Kenji Papa de Kikuchi

Graduação em Geologia (1986) pela Universidade de São Paulo, mestrado em Geologia (1994) e doutorado em Geologia (2000) pela Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: oceanografia geológica, especialmente nos temas: recifes de corais, conservação de ecossistemas e mudanças climáticas globais.
E-mail: kikuchi@ufba.br

Salvador Airton Gaeta

Graduação em Ciências Biológicas (1971), mestrado em Oceanografia Biológica

(1985) e doutorado em Oceanografia Biológica (1987) pela Universidade de São Paulo. Áreas de atuação: oceanografia, com ênfase em interação entre os organismos marinhos e os parâmetros ambientais.
E-mail: gaeta@usp.br

Vanessa Hatje

Graduação em Oceanografia (1993) pela Fundação Universidade do Rio Grande e mestrado em Geoquímica (1996) pela Universidade Federal Fluminense. Doutorado em Oceanografia Química (2002) pela Universidade de Sidney, Austrália. Áreas de atuação: oceanografia química com ênfase em poluição marinha, biogeoquímica e biomonitoramento de zonas costeiras e preparo de amostras ambientais.
Email: vhatje@ufba.br

Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão

Graduação em História Natural (1958) e mestrado em Geologia (1971) pela Universidade Federal da Bahia e doutorado em Geologia Marinha (1982) pela Universidade de Miami, EUA. Áreas de atuação: geologia de áreas recifais e os problemas ambientais decorrentes de ações antrópicas nos recifes.
E-mail: zelinda@ufba.br